1re ANNÉE N° 9 15 MAI 1890

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA PROPHYLAXIE INTERNATIONALE DU CHOLÉRA

L'épidémie de choléra qui règne en ce moment en Mésopotamie, et qui menace l'Europe, appelle de nouveau l'attention du monde savant sur cette terrible maladie, qui depuis soixante ans a ravagé six fois le monde et dont on peut prévenir le retour, en prenant les mesures dont la science contemporaine a démontré l'efficacité.

Nous avons fait bien du chemin depuis 1832. Il suffit, pour le constater, de relire les journaux de médecine du temps, et les livres écrits sur le choléra, lors de sa première invasion. Les doctrines médicales qui régnaient à cette époque empêchèrent de tirer de cette formidable épidémie les enseignements qu'elle comportait et qui auraient permis peut-être d'en prévenir le retour.

Pour les sectateurs de Broussais, dont le système était alors à son apogée, le choléra n'était qu'une gastro-entérite. Ceux-là même qui, vaincus par l'évidence, se refusaient à admettre une inflammation chez des malades cyanosés, froids, sans pouls et ressemblant à des cadavres, ceux-là même qui avaient la notion vague d'une intoxication, niaient résolument la contagion et rejetaient par conséquent tout moyen sérieux de prophylaxie. Il a fallu que l'expérience fît son œuvre et que la doctrine physiologique s'écroulât, pour qu'on revînt à des idées plus saines.

Lorsque le fléau revint quinze ans après visiter l'Europe, on observa sa marche avec plus d'impartialité, et on ne tarda pas à reconnaître que son itinéraire était le même que la première fois. On le vit s'avancer encore de proche en proche, s'arrêtant par intervalles pour revenir sur ses pas paraissant sommeiller parfois pendant de longs intervalles, pour se réveiller ensuite, mais allant toujours devant lui, en suivant les courants humains et sans jamais dépasser leur vitesse.

On put étudier également son mode de propagation et constater que, quand il éclatait dans une ville, ce n'était pas comme les orages qui l'inondent en un instant dans toutes ses parties, mais à la façon des incendies multiples et par petits foyers disséminés, s'étendant les uns vers les autres, pour se rejoindre et l'embraser tout entière. Enfin, on put arriver à remonter, dans la plupart des cas, à l'étincelle qui avait allumé chacun de ces foyers, et reconnaître qu'ils avaient presque toujours, pour point de départ, un malade venu d'une contrée en proie à l'épidémie et qui en avait apporté le germe à l'endroit où on voyait la maladie éclater.

La notion de contagion s'imposait ainsi d'une façon irrésistible, et les épidémies survenues depuis cette époque n'ont fait que la confirmer, en multipliant les preuves de la transmission et en montrant que le fléau marche de plus en plus vite, depuis qu'il a à sa disposition les chemins de fer et les navires à vapeur.

Enfin, les doctrines qui règnent aujourd'hui sont venues donner leur sanction à cette étiologie qui a reçu sa dernière consécration par la découverte du bacille du choléra.

Il reste encore un certain nombre de points obscurs dans son histoire; mais les faits princi-

paux sont démontrés et permettent de recourir à une prophylaxie sérieuse et efficace. Je vais donc exposer brièvement ces faits, qui ne sont plus contestés.

Originaire de l'Inde, le choléra a, pour territoire endémique, un immense quadrilatère limité par le Brahmapoutra et le Mahamuddi, parcouru par le Gange et ses affluents. Il en franchit à chaque instant les frontières, pour se répandre sur les pays voisins, et, de loin en loin, il prend son essor et se répand sur le reste du monde. Il a déjà ravagé six fois l'Europe. Les trois premières épidémies ont causé en France 346.478 décès, sur une population moyenne de 35.339.536 habitants. Les dernières ont été moins meurtrières, mais l'exemple de l'Espagne, si cruellement maltraitée à la dernière invasion, nous prouve qu'il serait imprudent de nous fier à cette bénignité apparente.

Le choléra prend habituellement sa course à la suite de ces grands pèlerinages de l'Inde qui réunissent parfois plus d'un million de fanatiques. Il apparaît souvent aussi à la Mecque, pendant le pèlerinage annuel au tombeau du Prophète. Dans ces agglomérations, il éclate avec une violence qu'on ne peut comparer qu'à celle d'un incendie; puis les fêtes terminées, les pèlerins se dispersent dans tous les sens, répandant partout la maladie sur leur passage. Parfois ce sont les armées en marche qui la propagent ainsi. C'est ce qui arriva en 1831, lorsqu'elle entra en Pologne, avec l'armée russe dirigée contre Varsovie. Aujourd'hui, ce sont les bateaux à vapeur, les chemins de fer qui la transportent d'habitude, ce qui explique la rapidité de ses allures. A la première invasion, le choléra a mis dix-huit ans pour nous arriver de l'Inde; à la seconde, il ne lui a fallu que trois ans pour parcourir le même itinéraire, et à la troisième, il lui a suffi de quelque mois pour gagner le centre de l'Europe et le nouveau monde; mais, quelle qu'ait été sa vitesse, *jamais il n'a franchi une distance dans un temps plus court que celui qui est nécessaire à l'homme pour la parcourir.*

Le choléra n'a pas une direction fatale comme celle d'un ouragan. Il ne marche pas invariablement de l'est à l'ouest, comme on l'a cru, en le voyant toujours nous venir de l'Inde. Il rayonne dans tous les sens, en marchant souvent à l'encontre des vents régnants et des moussons, et revient parfois sur ses pas, suivant la direction des courants de voyageurs qui le transportent.

La présence d'un malade n'est pas nécessaire pour provoquer son éclosion. Le germe qui le transmet peut être apporté par du linge, des vêtements, des objets de mobilier souillés par les déjections des cholériques, qui recèlent et transmettent le principe de la contagion dans la majorité des cas.

Ce principe appartient à la classe des micro-organismes qu'on a déjà trouvés dans un certain nombre de maladies infectieuses et qui sont vraisemblablement la cause de toutes les affections du même genre. Depuis longtemps, on en avait aperçu dans les selles des cholériques. Virchow en 1848, Facini en 1854, Niedzwiedzki en 1874, avaient vu et décrit des microbes auxquels ils attribuaient la spécificité cholérigène; mais leurs indications avaient passé inaperçues, lorsqu'en 1883, le Dr Koch fut envoyé à Alexandrie, par le gouvernement allemand, pour y étudier le choléra qui venait d'éclater en Égypte. Il trouva, dans les déjections des malades et dans l'intestin des cadavres, un organisme particulier, le *bacille-virgule* auquel il a donné son nom et qui a été également reconnu par les jeunes savants de la mission française, MM. Strauss, Roux, Nocard et Thuillier, envoyés à Alexandrie dans le même but que M. Koch et à la même époque.

La *bacille virgule* se rencontre dans les petites masses blanchâtres que renferment les selles riziformes; mais il n'est pas toujours facile de l'y reconnaître au milieu des bactéries vulgaires parmi lesquelles il est plongé. On ne le distingue nettement que dans les cas de choléra foudroyant. Il apparaît alors avec autant d'abondance que dans une culture où il serait à l'état de pureté. MM. Roux et Strauss l'ont vu à Toulon, dans ces conditions, et MM. Cornil et Babès l'ont également trouvé, neuf fois sur dix, chez les cholériques qu'ils ont eu l'occasion d'observer à Paris en 1884.

Les *bacilles virgules* ont une longueur de 1 μ, 5 à 2 μ, 5 et une épaisseur de 0 μ, 5 à 0 μ 6. Ils sont un peu courbés en arc; leurs bords sont lisses et leurs extrémités mousses. Ils sont animés de mouvements très vifs, même après qu'ils ont été colorés par le violet de méthyle. On peut les cultiver sur la gélatine et sur l'agar-agar, comme l'ont fait MM. Cornil et Babès; ils se multiplient sur le lait, le linge humide, la pomme de terre, la carotte, les choux crus, le pain mouillé; mais la dessiccation les tue rapidement, tandis que le froid ne les détruit pas. A dix degrés au-dessous de zéro, ils restent vivants, mais inactifs. Ils meurent au-dessus de 65°. La température qui leur convient le mieux est comprise entre 30° et 40°.

D'après ce qui précède, il n'est pas permis de douter de la présence à peu près constante du bacille virgule dans l'intestin des cholériques; mais il n'est pas encore absolument démontré qu'il soit la cause de la maladie. Il n'existe que dans les selles. Jamais on ne l'a trouvé ni dans le sang ni dans aucun viscère. C'est là une objection d'une incontestable valeur et qui laisse encore planer quelques

doutes sur la spécificité cholérigène du bacille de Koch.

Cette incertitude n'a pas une importance capitale au point de vue de la prophylaxie. Quelle que soit la nature du principe toxique qui cause la maladie, on connaît son mode de propagation, et cela suffit. On sait qu'il réside surtout dans les déjections, qu'il a les eaux pour véhicule habituel, qu'il s'y conserve longtemps et peut ainsi se propager à de grandes distances. L'importance de ce mode de transmission a été mise hors de doute dans l'épidémie de 1884. L'Académie de Médecine adressa à cette occasion, à tous les médecins des départements envahis par le fléau, un questionnaire auquel la plupart d'entre eux s'empressèrent de répondre. Elle reçut cent quatre-vingt-trois dossiers qu'elle confia à l'examen d'une Commission dont M. Marey fut nommé rapporteur (1). Le résumé de cette grande enquête a jeté le plus grand jour sur l'étiologie du choléra et démontré que, dans un très grand nombre de cas, il avait été transporté d'une localité dans l'autre, ou répandu dans les différents quartiers d'une ville, par un ruisseau contaminé, par une source, par une nappe d'eau que des malades avaient souillée de leurs déjections. Cependant, ce n'est pas seulement avec les boissons que les germes de la maladie s'introduisent dans l'organisme ; ils y pénètrent également par les voies respiratoires, lorsqu'ils sont desséchés et transportés sous forme de poussière par l'air atmosphérique. Ce mode de transmission paraît en désaccord avec ce que j'ai dit plus haut de la promptitude avec laquelle la dessiccation fait périr le *bacille-virgule;* mais j'ai fait mes réserves au sujet du rôle que joue ce dernier dans une multitude de cas et la rapidité avec laquelle la maladie se propage ne peut s'expliquer que par la dissémination de ses germes dans l'air ambiant.

Le choléra est, en effet, la maladie épidémique qui a les allures les plus vives, la puissance de diffusion la plus grande, la période d'incubation la plus courte. C'est aussi celle qui tue le plus vite. Vingt-quatre heures lui suffisent parfois pour accomplir son évolution. C'est le type des fléaux dont l'agent de transmission semble avoir des ailes. Les hommes de mon âge se souviennent encore de sa première apparition en Europe et de la façon dont il fondit sur nous, dans les premiers mois de 1832. On apprit coup sur coup qu'il était en Angleterre, à Calais et à Paris; en trois bonds il était arrivé au centre de la France, et quelques mois après il en avait fait le tour.

Tous ces faits sont indispensables à connaître, pour se rendre compte du degré d'efficacité des mesures auxquelles on peut recourir, pour prévenir une nouvelle invasion du fléau.

Les moyens à lui opposer sont de trois sortes. On peut l'arrêter à la frontière du pays, en lui barrant la route ; on peut l'empêcher de s'y développer, en assainissant les villes qu'il rencontre sur son passage et en détruisant immédiatement ses foyers primitifs ; on conçoit enfin qu'on puisse arriver à rendre les habitants inhabiles à le contracter, par une vaccination préventive, si toutefois on parvient à la découvrir un jour; mais ce préservatif est encore à trouver. Les recherches à son sujet n'ont produit jusqu'ici que des déceptions. Je ne veux pas reproduire ici la triste histoire des vaccinations opérées en Espagne, en 1885, par le Dr J. Ferran de Tortosa et qui ont eu pour dernier épisode le désastre de Cambrils. Ce sont de ces choses sur lesquelles il faut jeter un voile ; ceux qui désireraient le soulever, n'ont qu'à lire le rapport de la commission française envoyée sur les lieux et présidée par le Dr Brouardel (1), ainsi que celui du Dr Van Ermengein (de Bruxelles) (2). Cette campagne néfaste ne doit pas décourager les savants honnêtes et sincères, ni les détourner de la voie dans laquelle la médecine s'est une première fois égarée.

La question a du reste été déjà reportée sur le terrain scientifique par un jeune savant russe, le Dr Gamaleïa. Élève de M. Pasteur et initié à sa méthode, il s'est inspiré des expériences de son maître sur le virus rabique, pour tenter d'arriver par la même voie à la vaccination anticholérique. Après s'être assuré que les cultures ordinaires du bacille cholérique n'ont que très peu d'action sur le cobaye, il a réussi à renforcer leur virulence, en les faisant passer par le corps des pigeons. Il a vu ces animaux succomber rapidement et a retrouvé le bacille dans leur sang. Après quelques passages, ce liquide devient tellement virulent, qu'il suffit d'en injecter une ou deux gouttes, pour tuer en quelques heures les pigeons et les cobayes.

M. Gamaleïa dit avoir reconnu de plus que ce virus, si promptement mortel, devenait sans effet sur les pigeons, lorsqu'on leur avait préalablement

(1) La Commission était composée de MM. Bergeron, Besnier, Brouardel, Legouest, Pasteur, Proust, Rochard, et Marey rapporteur. Le rapport a été inséré dans le *Bulletin de l'Académie de médecine* de 1884 et publié chez G. Masson en 1885.

(1) Rapport sur les essais de vaccination cholérique entrepris en Espagne par M. le Dr Ferran, présenté au Ministère du Commerce. par MM. Brouardel, Charrin et Albaran. Paris, G. Masson, 1885.

(2) Rapport sur le système d'inoculation anticholérique du Dr Ferran, par M. Van Ermengein de Bruxelles (*Moniteur belge* 13 juillet 1885).

inoculé une culture ordinaire non virulente du choléra.

Si les faits énoncés par M. Gamaleïa étaient confirmés par des expériences ultérieures, ce serait un premier pas fait vers la découverte de la vaccination anticholérique; mais ils sont en désaccord avec tout ce qui a été observé jusqu'ici. Les savants les plus autorisés ont toujours échoué quand ils ont voulu inoculer le choléra aux animaux. Les savants français de la mission égyptienne ont pourtant réussi une fois sur une poule; mais personne n'a jamais pu trouver le *bacille virgule* dans le sang. Il faut donc rester sur la réserve, en attendant les nouvelles recherches auxquelles le savant russe a promis de se livrer et c'est ce qu'a fait M. Pasteur lorsqu'il a communiqué le travail de son élève à l'Académie de Médecine (1).

Les mesures d'assainissement sont d'un ordre plus pratique. L'avenir de la prophylaxie sanitaire leur appartient; mais le présent leur échappe encore. Lorsque nous serons parvenus à convaincre les populations de l'importance de l'hygiène; lorsque nous leur aurons persuadé qu'il dépend d'elles de diminuer leur mortalité d'un quart, en assainissant leurs villes; quand les administrations locales, sous la pression de l'opinion publique, auront pris les mesures et voté les fonds nécessaires pour accomplir cette œuvre de transformation sur toute l'étendue du territoire; alors nous pourrons attendre les épidémies de pied ferme. Elles pourront entrer sur notre sol, mais elles n'y germeront pas. Seulement il faut, pour arriver là, du temps et de l'argent. L'Angleterre prétend y être parvenue, mais elle y a mis un demi-siècle et dépensé cinq milliards. Or, les épidémies n'attendent pas et jusqu'au moment où l'hygiène aura terminé son œuvre, il ne reste aux nations que les fléaux menacent, d'autre ressource que les mesures de police sanitaire internationale.

De tout temps, les peuples ont cherché à se garantir de l'invasion des maladies exotiques. C'est contre la peste que les nations de l'Europe se sont d'abord prémunies, et les ravages effrayants qu'elle y a faits depuis le VIe siècle jusqu'au XVIIIe ne sauraient justifier la rigueur des mesures qu'on a prises contre elles au moyen âge et même dans des temps plus rapprochés de nous. L'épidémie de Marseille de 1720, et celle de Noïa en 1815, ont été les derniers exemples de ces calamités dans lesquelles la peur fait oublier tout sentiment d'humanité et porte les populations à des actes de férocité inexcusables.

(1) Note de M. Gamaleïa sur la vaccination préventive du choléra asiatique lue à l'Académie de Médecine par M. Pasteur, le 21 août 1888. (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, t. XIX, p. 306.)

La loi du 3 mars 1822 qui constitue encore la base de notre police sanitaire et l'ordonnance royale qui suivit de près la promulgation de cette loi, donnent une idée de la façon dont on comprenait encore la prophylaxie à cette époque et de la terreur que les épidémies inspiraient. La plupart des articles de la loi de 1822 ont la peine de mort pour sanction pénale; les moindres infractions sont punies des travaux forcés, ou d'amendes considérables. Cette loi avait été votée, il est vrai, sous l'impression de la peur que l'épidémie de fièvre jaune de Barcelone, survenue l'année précédente, avait causée dans notre pays; mais sa sévérité exagérée la rendait inapplicable et devint le point de départ d'une campagne qui eut pour effet d'en annuler l'application. Les médecins furent les premiers à se prononcer contre ces rigueurs inutiles, et, la doctrine médicale régnante lui venant en aide, la contagion des maladies épidémiques fut représentée comme un dangereux préjugé, les mesures de préservation comme un reste des superstitions du moyen âge. J'ai dit plus haut comment, sous l'empire de ces idées, le choléra de 1832 avait tranquillement parcouru son cours. Il sembla même leur donner raison, par la bizarrerie de sa marche. La promptitude avec laquelle elle s'effectua, la facilité avec laquelle le fléau bondit par-dessus les cordons sanitaires et franchit les obstacles qu'on lui opposait; sa disparition rapide, et ses caprices apparents; l'immunité inexplicable d'un grand nombre de localités placées sur sa route, toutes ces anomalies habilement exploitées par les anticontagionistes leur donnèrent gain de cause. Les quarantaines et les lazarets tels qu'ils existaient alors prêtaient du reste largement le flanc à toutes les critiques.

L'anarchie la plus complète régnait dans leur organisation. Chaque pays, chaque port avait ses règlements spéciaux et les appliquait à sa guise; partout la façon dont on traitait les provenances suspectes était révoltante. La malpropreté, l'insalubrité des lazarets, l'insouciance barbare avec laquelle on y entassait pêle-mêle les malades et les suspects, l'indifférence brutale qu'on montrait à leur égard excitaient partout les justes réclamations du commerce et des voyageurs.

Ce régime n'avait pas changé depuis le moyen âge. Il n'était plus compatible avec l'adoucissement des mœurs et les progès de l'hygiène; aussi tomba-t-il en désuétude et, lorsqu'au bout d'une vingtaine d'années, on comprit la nécessité de revenir à des mesures de protection, on reconnut en même temps qu'il fallait faire subir au système sanitaire de profondes modifications. L'initiative partit de la France et l'institution des médecins sanitaires du Levant fut le premier pas fait dans la voie des

réformes rationnelles (1). Elle eut lieu en 1847 et fut suivie d'un adoucissement considérable dans le régime des quarantaines; mais de pareilles mesures ne peuvent porter leurs fruits qu'à la condition d'être acceptées par les nations qui ont la même situation géographique et les mêmes intérêts; aussi, à la suite de l'épidémie de choléra de 1849, le gouvernement français fit-il appel à toutes les puissances de l'Europe et provoqua-t-il la réunion, à Paris, d'une Conférence internationale destinée à jeter les bases d'un système sanitaire uniforme. Elle s'assembla en 1850. Douze États s'y firent représenter (2) et l'entente s'établit facilement entre les délégués. Un projet de convention et de règlement sanitaire fut adopté; mais, quand on le soumit à la ratification des gouvernements, le Portugal et la Sardaigne furent les seuls à donner leur adhésion au projet. La convention et le règlement sanitaire annexé furent mis en vigueur par le décret du 27 mai 1853 qui devint la règle des pratiques sanitaires de notre pays (3).

Une nouvelle invasion du choléra vint, quelques années après, provoquer la réunion d'une nouvelle Conférence internationale. Il avait pris cette fois la voie la plus courte pour nous arriver. A la suite du pèlerinage de la Mecque de 1861, il fut importé en Egypte par les hadjis, traversa la Méditerranée et éclata en Europe avec une promptitude qui donna à réfléchir aux puissances dissidentes. La France prit encore l'initiative de provoquer une nouvelle Conférence, qui se réunit à Constantinople en 1866. Toute l'Europe s'y fit représenter; mais elle n'aboutit pas plus que la première. En 1874, le gouvernement austro-hongrois en convoqua une troisième. Elle eut lieu à Vienne. Composée presque exclusivement de médecins, elle se montra unanime sur les questions scientifiques; mais, quand on en vint à l'application, une scission des plus tranchées s'établit au sein de la conférence. Les peuples du Midi, placés sous la menace incessante des épidémies, s'entendirent pour réclamer des mesures de préservation sérieuses, tandis que les populations du Nord, moins exposées à l'importation, ne songèrent qu'à sauvegarder les intérêts de leur commerce maritime. L'Angleterre était à la tête de cette campagne. Elle eut gain de cause.

La Conférence se sépara en laissant à chaque puissance la liberté de choisir le système qui convenait le mieux à ses intérêts. La France profita de l'occasion pour reviser son organisation sanitaire. Le comité consultatif d'hygiène publique fut chargé de ce travail et nomma une commission qui élabora le *Règlement de police sanitaire maritime du 22 février* 1876 (1). Ce document remarquable est surtout l'œuvre de Fauvel auquel il fait le plus grand honneur.

La Conférence de 1874, bien qu'elle n'eût pas abouti à une entente, avait cependant porté ses fruits. Les idées qui y avaient été échangées avaient provoqué la création du *Conseil supérieur de santé de l'Empire Ottoman* et du *Conseil sanitaire maritime et quarantenaire d'Egypte*. Tous deux avaient le caractère international; tous deux admettaient dans leur sein les représentants des nations européennes intéressées dans la question; tous deux enfin étaient dirigés contre le choléra. Celui d'Alexandrie placé sur sa nouvelle route, à la sortie du défilé maritime que forme la mer Rouge, avait des pouvoirs très étendus et une grande indépendance. Il percevait des droits sanitaires, administrait son budget et avait sous ses ordres les directeurs des offices d'Alexandrie, Rosette, Damiette, Port-Saïd, Suez, Tor, Souakim et Massouah. Il a répondu à l'attente des gouvernements qui l'avaient institué. Pendant dix-sept ans, de 1865 jusqu'en 1883, il a fait bonne garde contre les provenances de l'Extrême-Orient et contre le pèlerinage de la Mecque et il a préservé l'Europe de l'invasion du choléra; mais alors est survenue l'occupation de l'Egypte par les Anglais. Leur premier soin a été d'affranchir leur commerce des entraves que le conseil d'Alexandrie lui imposait. Depuis longtemps, ils s'efforçaient d'y combattre l'influence française; devenus les maîtres, ils s'empressèrent de l'annuler en y faisant entrer leurs créatures. Dès le commencement de 1883, il n'existait plus que de nom. Le désordre de l'administration était à son comble et les mesures sanitaires tombaient en désuétude, malgré les protestations de la France qui, pendant six mois, n'a pas cessé de prédire que ces imprudences allaient attirer le choléra en Égypte d'abord et en Europe ensuite. Pendant six mois ce cri d'alarme a retenti sur les bords du Nil, transmis par notre consul et par notre médecin sanitaire, sans parvenir à se faire écouter.

Enfin, au mois de juin 1884, nous apprîmes que

(1) Six postes furent créés en 1847. Fauvel fut envoyé à Constantinople, Burguières à Smyrne, Prus à Alexandrie, Willemin au Caire, Suquet à Beyrouth et Amstein à Damas. On en a depuis augmenté le nombre.

(2) Les puissances suivantes furent représentées à la conférence : France, Autriche, Deux-Siciles, Espagne, États Romains, Grande-Bretagne, Grèce, Portugal, Russie, Sardaigne, Toscane, Turquie.

(3) Décret impérial portant promulgation de la convention sanitaire internationale conclue entre la France, la Sardaigne et diverses autres puissances maritimes (27 mai 1853). (*Recueil des travaux du comité consultatif d'hygiène public de France*, 1872, t. I., p. 6.)

(1) Voyez le texte de ce Règlement dans le *Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique*, t. V, p. 4, Paris, 1873.

toutes les mesures sanitaires avaient été supprimées à Suez, le 25 du même mois le choléra était à Damiette, le 26 à Mansourah, le 27 à Port-Saïd, le mois suivant au Caire et de là dans toute l'Égypte.

Sous l'influence de la terreur qu'inspira cette nouvelle, toutes les puissances qui ont un littoral méditerranéen s'empressèrent de fermer leurs ports et de renchérir sur la rigueur des mesures sanitaires, mais il était trop tard. Lorsque le choléra est en Égypte, l'Europe ne peut plus y échapper. Toutes les précautions n'aboutirent qu'à retarder sa venue et le 14 juin 1884, on le vit tout à coup éclater à Toulon. Ce fut le point de départ de l'épidémie qui a parcouru la France, l'Algérie, l'Italie, l'Espagne, et s'est montrée terrible dans ce dernier pays. Sur une population de 16.972.480 habitants, on a compté du 5 février au 31 décembre 1886, 338.685 cas et 119.620 décès, ce qui donne une proportion de 7 pour 1.000 pour la population tout entière et de 18 pour 1.000 si l'on ne tient compte que de la partie du territoire visitée par le fléau. Jamais le choléra n'a fait de semblables ravages en France. La plus forte mortalité n'y a jamais dépassé 3 pour 1.000. L'épidémie dont je parle n'a cessé qu'à la fin de 1887; c'est la Sicile qui a été atteinte en dernier lieu.

Depuis cette époque, nous n'avons pas cessé de réclamer la réorganisation du Conseil sanitaire d'Alexandrie et le rétablissement des mesures qui nous ont si longtemps protégés. Les nations du Midi de l'Europe font comme nous des vœux pour qu'une entente internationale s'établisse. Le roi d'Italie en a pris l'initiative il y a quatre ans et est parvenu non sans peine à réunir, au printemps de 1885, une Conférence à laquelle trente-six Etats se sont fait représenter. La France y figurait dans la personne de son ambassadeur M. Decrais et de trois médecins délégués: MM. Brouardel, Proust et J. Rochard. La première séance eut lieu le 20 mai, à la Consulta, et l'Assemblée, sur la proposition de M. Decrais, décida qu'il y avait lieu de confier l'étude des questions purement scientifiques à l'examen d'une commission technique composée des médecins et des hygiénistes désignés par leurs gouvernements. Au sein de cette commission, les trois délégués français eurent à lutter à la fois contre les tendances des peuples du Midi qui s'élevaient avec énergie contre toute réduction des quarantaines et contre les prétentions de l'Angleterre qui réclamait leur abolition complète et revendiquait, pour ses navires, le droit de passer librement et sans examen à travers la mer Rouge et le canal de Suez, qu'ils eussent ou non le choléra à leur bord. Nous sommes parvenus, à force de persévérance, à faire prévaloir des opinions conciliatrices, et nos conclusions ont été votées par la conférence. Elles représentaient le minimum des sacrifices qu'il faut imposer à la navigation et au commerce, pour sauvegarder la santé des populations et réalisaient un progrès considérable sur les exigences du passé; mais elles maintenaient une surveillance rigoureuse dans la mer Rouge pour les provenances de l'Inde, des dispositions spéciales en vue du pèlerinage de la Mecque et continuaient à infliger la quarantaine aux navires qui avaient le choléra à leur bord (1).

Ces dernières conclusions, qui avaient été adoptées malgré l'opposition véhémente des délégués anglais, ont fait échouer la Conférence. Elle s'est séparée après avoir reçu les procès-verbaux de la commission technique, afin de laisser le temps aux représentants des différentes puissances d'en conférer avec leurs gouvernements. Dans son opinion, ce n'était qu'un ajournement et elle avait fixé le 20 novembre de la même année pour se réunir de nouveau. Depuis cette époque, il n'en a plus été question. Les choses en sont restées dans l'état où les a mises l'occupation de l'Egypte par les Anglais. Leurs navires, infectés ou non, continuent à traverser librement la mer Rouge et le canal de Suez, et l'Europe continue à vivre dans la crainte perpétuelle d'une nouvelle invasion,

Toutefois, ce n'est pas de ce côté que le fléau nous menace en ce moment. Il a repris la route qu'il avait suivie lors de ses deux premières invasions, et c'est sur sa frontière de l'est que l'Europe doit avoir aujourd'hui les yeux. En 1830, comme en 1849, le choléra nous est venu de l'Inde par la Perse et la Mésopotamie, en traversant la mer Caspienne, ou en franchissant la frontière qui sépare la Russie de la Perse, dans la direction de Tiflis. C'est encore par là que nous avons à craindre de le voir nous arriver. Depuis dix mois, il ravage la Mésopotamie. Après avoir décimé Bagdad, au mois d'août 1889, il a remonté le cours de l'Euphrate et du Tigre, gagné le golfe Persique et envahi le sud de la Perse. De là, il menace les trois mers voisines. Du côté de la Méditerranée et de la mer Noire, les communications sont si difficiles et si lentes qu'il n'y a guère de craintes à concevoir; mais le danger est beaucoup plus sérieux du côté de la mer Caspienne, en raison des communications incessantes de tous les points de son littoral, avec les ports de la Russie.

Au mois d'octobre 1889, on annonça l'apparition du choléra à Recht et cette nouvelle excita, en France, les inquiétudes les plus légitimes. Cette ville est, en effet, la clef de la situation. C'est de là

(1) Pour ces conclusions, voyez : *Protocole et procès-verbaux de la Conférence sanitaire internationale de Rome.* Rome, 1885.

que sont parties les épidémies de 1830 et de 1846 et lorsque le fléau y apparaît, la situation devient très critique pour la Russie et pour l'Europe. Heureusement ce bruit sinistre fut presque aussitôt démenti. Il en fut de même de celui qui courut au mois de janvier dernier et d'après lequel le choléra avait éclaté à Astrakan et remontait le cours du Volga, les fausses alertes ne se sont pas renouvelées. La terrible maladie n'a pas passé la frontière. On avait lieu de craindre qu'elle ne la franchît au printemps et qu'elle continuât sa route vers l'Occident, comme elle l'a déjà fait deux fois ; mais ces appréhensions ne se sont pas justifiées. Le choléra sommeille en ce moment sur les bords de l'Euphrate. Il faut espérer que les chaleurs ne le réveilleront pas. La Russie a du reste pris les mesures nécessaires et la vigilance qu'elle a montrée n'a pas encore été mise en défaut.

Dr Jules Rochard,
Membre de l'Académie de Médecine.

LA « CENTRAL VALVE ENGINE » DE M. WILLANS

Cette machine est verticale. Elle a été spécialement construite en vue d'obtenir de grandes vitesses de rotation et elle trouve son application rationnelle toutes les fois qu'il s'agit de transmettre la force sans l'intermédiaire de courroies ou de câbles : par exemple, dans le cas de ventilateurs, pompes centrifuges, machines dynamo-électriques, etc.

Les machines Willans sont construites pour marcher à des vitesses variant de 300 à 700 tours par minute. Lorsqu'on prévoit une augmentation de travail, il y a avantage à s'en tenir au nombre de tours minimum, car on trouve une économie à augmenter la pression en chaudière, et à marcher à un nombre de tours relativement petit.

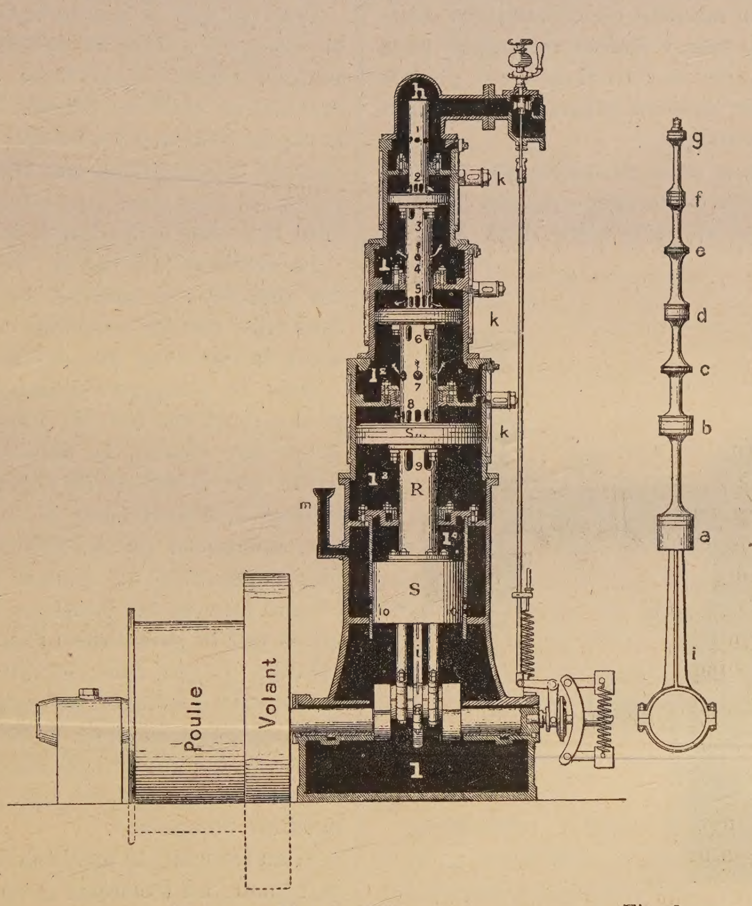


Fig. 1. — Machine Willans.

Fig. 2. — Distributeur de vapeur.

Ces machines n'ont pas d'enveloppe de vapeur ; en général elles sont aussi dépourvues de condenseur ; suivant les cas, on les construit à un, deux, ou trois cylindres. Les premières — les machines monocylindriques — sont à simple effet; la vapeur travaille sur la face supérieure du piston, tandis que la face inférieure communique avec l'atmosphère. Quant aux compound, on ne peut pas dire que ce soient rigoureusement des machines à simple effet. Il est vrai que la vapeur ne travaille directement que sur les faces supérieures des pistons. Mais pendant la course ascendante la vapeur renfermée dans les réservoirs intermédiaires se détend, en agissant sur la face inférieure du petit piston, s'il s'agit d'une compound à deux cylindres, du petit et du moyen, s'il s'agit d'une machine à triple expansion. Chaque réservoir produit donc un travail de détente pendant la course ascendante, et dans l'évaluation du travail de la machine il faut tenir compte des diagrammes qui s'y rapportent.

On emploie le dispositif à deux cylindres lorsque la pression absolue en chaudière est supérieure à

6 kilogrammes. Entre $8^k,50$ et $11^k,20$, on a recours à la triple expansion. La machine à cause de sa grande vitesse, occupe très peu de place.

Le rapport du travail indiqué au travail mesuré au frein varie, d'après M. Willans, de 0,85 à 0,90.

La figure 1 représente une machine à triple expansion, qui, à la vitesse de 450 tours, développe 40 chevaux. La figure 3 représente le détail de la partie supérieure. Les trois pistons, sont montés sur une tige creuse R dans la paroi de laquelle on a ménagé des orifices. A l'intérieur de cette tige R se meut une tige (fig. 2) ou distributeur de vapeur, commandée par un excentrique *i*. Nous avons donc trois cylindres en flèche, se succédant par ordre de grandeur, le cylindre à haute pression au-dessus des deux autres. Sur le distributeur sont montés de petits pistons, ou soupapes cylindriques, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*. L'excentrique n'est pas placé sur l'arbre, mais sur le bouton de la manivelle; cette disposition était nécessaire, du moment où les lumières d'admission et d'échappement étaient ménagées dans la tige du piston; ainsi le distributeur est pourvu par rapport à R d'un mouvement relatif dépendant du calage de l'excentrique *i*.

La vapeur arrivant de la chaudière traverse une soupape d'admission commandée par un régulateur centrifuge spécial, et pénètre dans la chapelle *h*.

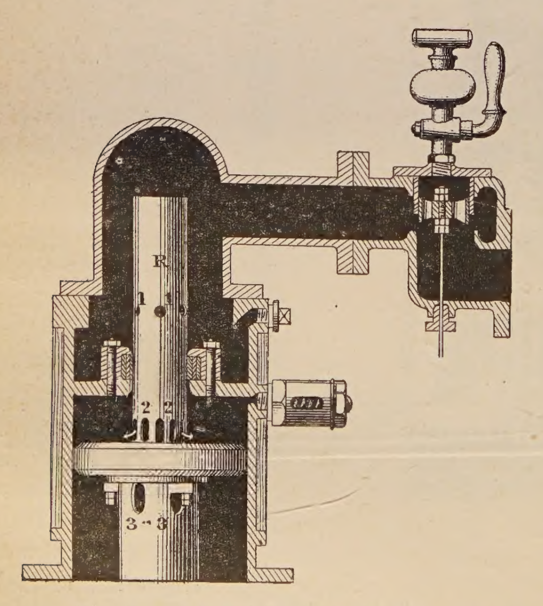


Fig. 3. — Détail de la partie supérieure.

Supposons que le piston S_1 soit au plus haut point de sa course. La soupape *g* du distributeur ne permet pas à la vapeur de pénétrer directement à l'intérieur de la tige R. Mais elle y pénètre par les orifices 1 pour en sortir par les orifices 2, car la soupape *f* se trouve immédiatement au-dessous de ces dernières. Ainsi la vapeur est admise dans le cylindre à haute pression.

Tandis que la tige R s'abaisse, la soupape *f* s'élève dans son mouvement relatif, et ferme peu à peu les orifices 2 : la fermeture est complète lorsque le piston S_1 a parcouru les 3/4 de sa course. Toutefois la fin de l'admission a lieu un peu auparavant ; il suffit pour cela que les orifices 1 aient pénétré dans le collier de couvercle du petit cylindre. Ces colliers de couvercle des cylindres sont de véritables presse-étoupes, à garniture métallique formée d'anneaux de fonte forcés de l'extérieur vers l'intérieur.

Il est clair que le commencement de la détente dépend de la position des orifices, et que, pour une tige R donnée, il suffit, si l'on veut faire varier le degré d'admission, de soulever ou d'abaisser la garniture du collier. Ce moyen est des plus simples.

Pendant que le piston S_1 continue à descendre, la soupape *f* s'élève au dessus des orifices 2. Or la soupape *e* ferme d'une façon permanente la communication entre les orifices 3 et 4. Il s'en suit que la vapeur peut, par les orifices 2 et 3, pénétrer dans l'espace intermédiaire qui sert de premier réservoir l_1 ; et c'est ainsi que se fait l'échappement pendant la course ascendante de la tige R.

La machine pourrait se composer seulement de ces organes : il suffirait de supprimer les pistons ainsi que les soupapes correspondantes, pour avoir la machine monocylindrique à simple effet.

Mais on comprend aisément que le réservoir l_1 peut servir à son tour de chapelle d'admission pour le cylindre moyen. Au début de la course descendante qui va suivre, la vapeur pénétrera, par les orifices 4, à l'intérieur de la tige creuse, et elle s'en échappera par les orifices 5 pour agir sur la face supérieure du piston moyen. L'admission cessera lorsque les lumières 4 se trouveront masquées par la garniture du collier de couvercle du cylindre moyen. Puis, lorsque la tige commencera de nouveau à s'élever, la vapeur, par les lumières 5 et 6, s'échappera dans le second réservoir l_2. Si ce réservoir communique avec l'atmosphère, et que le troisième cylindre n'existe pas, on aura la machine compound.

Si au contraire la machine est à triple expansion, la vapeur, au troisième coup de piston, pénétrera dans le grand cylindre par les lumières 7 et 8, et lorsque la tige R s'élèvera de nouveau, elle s'échappera par les orifices 8 et 9 dans la chambre de décharge l_3. On voit qu'il faut trois coups de piston pour que la vapeur parvienne de la chapelle *h* à la chambre de décharge.

Notons que la pression sur le collier d'excen-

trique est toujours dirigée dans le même sens, car la vapeur qui remplit la chapelle h exerce constamment son action sur la soupape g. Pour qu'il en soit de même au bouton de manivelle, on a monté un cylindre guide où se meut un piston S. Le poids des pistons est considérable ; de plus, l'action de la vapeur sur leurs deux faces est très différente. L'énergie de ces pièces est absorbée en partie pendant la course ascendante grâce au matelas d'air comprimé en l_1 par le piston-guide S ; ainsi les chocs dûs au mouvement alternatif sont complètement amortis. L'air pénètre

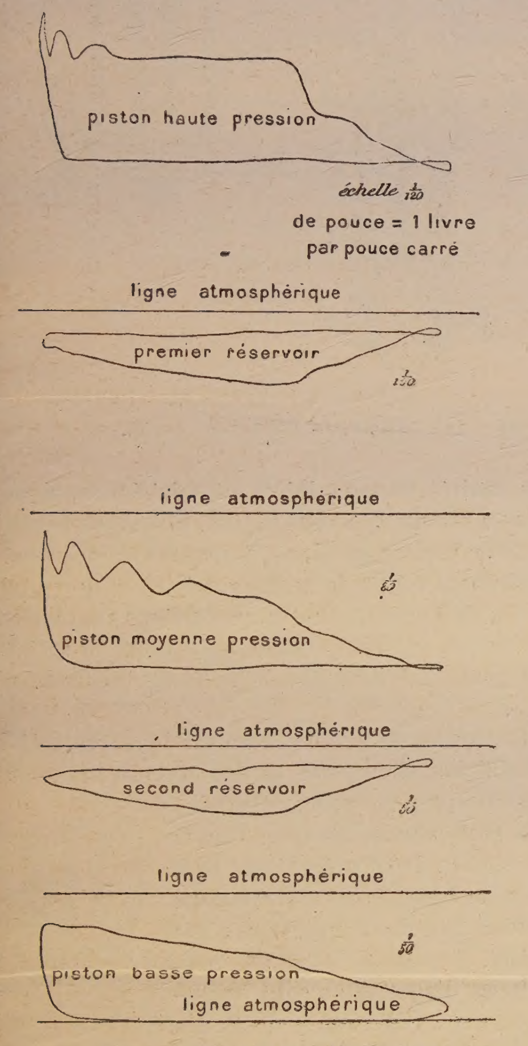


Fig. 4. — Diagrammes d'indicateur.

dans le cylindre S par les lumières 10, lorsque ce cylindre est au bas de sa course. Cet air restitue à la descente du piston le travail accumulé, sauf un certain coefficient de rendement.

Chaque cylindre est muni d'une soupape de sûreté k, qui s'oppose aux dégâts que l'eau condensée sous le couvercle pourrait occasionner. De même, il y a dans le cylindre-guide une soupape qui se soulève quand la pression de l'air devient trop considérable ; enfin des purgeurs sont ménagés dans la chambre de décharge et dans les réservoirs.

La chambre l, où tourne la manivelle, reçoit, par la conduite m, un mélange d'huile et d'eau.

Si on voulait actionner un arbre à plusieurs manivelles, il faudrait monter sur chacune d'elles une machine identique à celle que nous venons de décrire.

La figure 4 montre les diagrammes d'indicateur relevés pendant un essai à triple détente sur les pistons et les réservoirs. Il faut compter les diagrammes des réservoirs dans l'évaluation de la puissance.

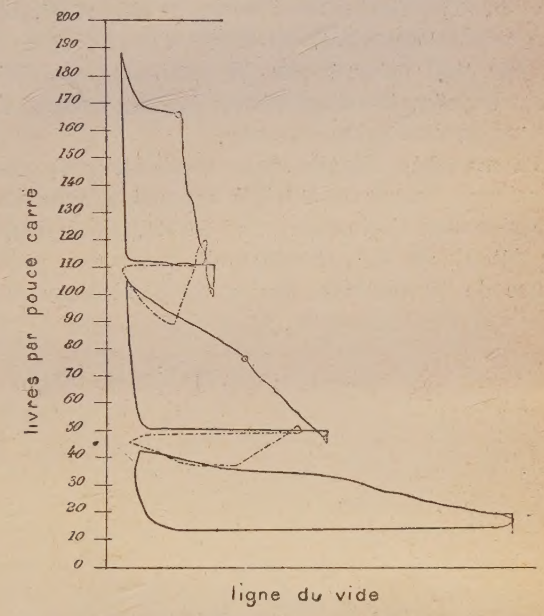


Fig. 5. — Diagrammes totalisés.

Sur la figure 5, ces diagrammes sont réunis. Suivant les abscisses on compte les volumes de la vapeur, et suivant les ordonnées, la pression exprimée en livres par pouce carré.

M. Willans fournit pour ses machines des chaudières du type locomobile, avec tubes de 45 millimètres de diamètre. On les essaye à 210 kilogrammes par centimètre carré, pour fonctionner à des pressions de 10^k, 5 et 4^k, 2.

La machine Willans a été expérimentée avec le plus grand soin, et ces expériences ont donné des résultats remarquables, surtout au point de vue des grandes vitesses. Les épreuves principales ont été effectuées à la vitesse de 400 tours, bien qu'on atteigne pratiquement 500 tours par minute.

L'eau d'alimentation était pesée avant chaque essai dans une cuve, au moyen d'une balance

contrôlée. La machine commandait une dynamo, et on la faisait marcher jusqu'à ce que l'eau atteignît dans la chaudière un niveau repéré sur le tube indicateur. On commençait alors l'expérience ; l'eau prise à la cuve était injectée dans la chaudière au moyen d'une pompe commandée par une chaudière spéciale. Lorsque le niveau de l'eau s'était élevé à 10 ou 12 millimètres au-dessus du repère, on cessait l'alimentation, et on continuait l'essai jusqu'au moment où l'eau était revenue à son niveau initial. Ainsi l'on mesurait exactement le poids d'eau d'alimentation; un compteur permettait de connaître le nombre de tours correspondant.

La pression en chaudière était, autant que possible, maintenue constante pendant chaque essai. De fait, les variations ont rarement atteint 0^k, 140 par centimètre carré. Le degré d'humidité de la vapeur était mesuré par la méthode calorimétrique. Enfin, les diagrammes étaient relevés au moyen de l'indicateur Crosby.

La machine Willans, sans condenseur et sans enveloppe, marchant à triple expansion avec une pression d'admission moyenne de 11^k,9,et un degré de détente de 6,4, consommait, pour une puissance de 40 chevaux, seulement 8^k,29 d'eau par

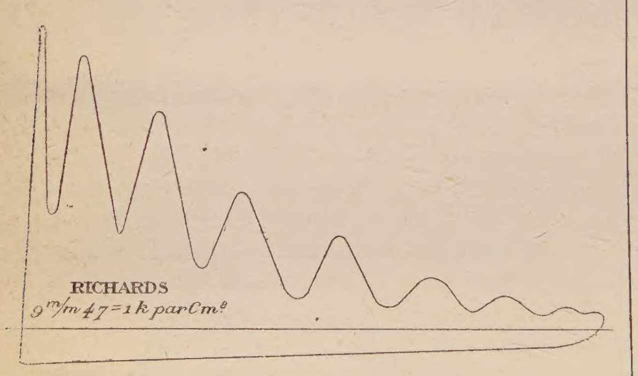


Fig. 6. — Diagramme relevé avec l'indicateur Richards.

cheval indiqué et par heure. C'est un résultat splendide. Il est vrai que la machine n'a pas d'en-

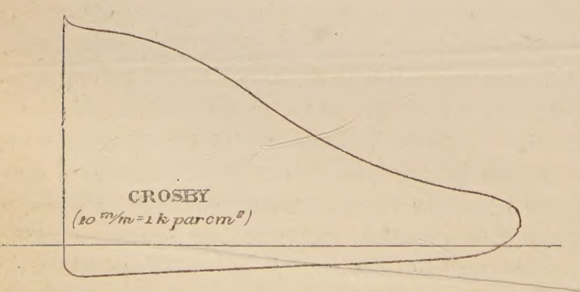


Fig. 7. — Diagramme relevé avec l'indicateur Crosby.

veloppe, mais chacun des cylindres est protégé contre le refroidissement à l'une de ses extrémités par le cylindre supérieur, et la tige creuse est maintenue chaude par la vapeur qui la traverse.

Pour terminer, nous donnerons quelques détails sur l'indicateur Crosby, dont l'emploi a été rendu nécessaire à cause des grandes vitesses de la machine Willans. Cet appareil est remarquable par la légèreté de ses organes (fig. 8). Le piston est aussi mince que possible. Il porte sur son pourtour

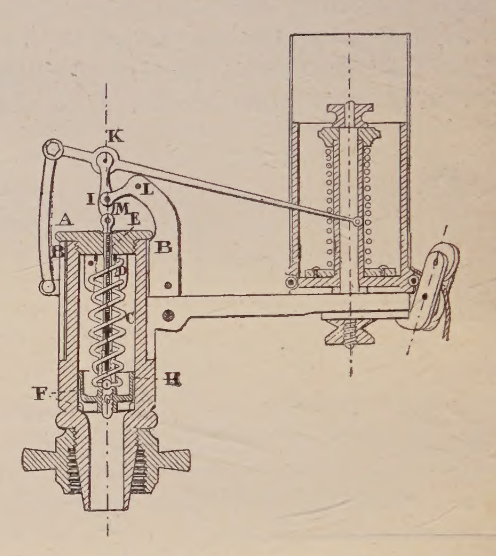


Fig. 8. — Indicateur Crosby.

des cavités rectangulaires et sphériques, dont la calotte est dirigée vers la tige, et qui, se remplissant de vapeur pendant la marche, diminuent le frottement contre la surface intérieure du cylindre. La tige est creuse, tant pour l'alléger tout en conservant la rigidité voulue, que pour le montage des ressorts, sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Le crayon est porté par un guidage, ressemblant à celui de Thompson, et donnant un mouvement rigoureusement perpendiculaire à la ligne atmosphérique. Toutes les parties de ce mécanisme sont en acier trempé ; les articulations jouent dans des douilles du même métal.

Deux dispositions sont essentiellement différentes de celles des autres indicateurs; ce sont les *ressorts* faisant équilibre à la pression de la vapeur, et le *mouvement de retour du tambour à papier*.

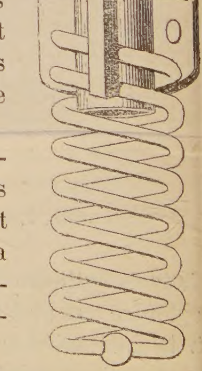


Fig. 9. — Ressort de l'indicateur.

Les premiers sont faits d'un seul fil d'acier (fig. 9) enroulé de manière à former un double filet. Le haut seulement porte une tête à quatre ailettes pour être fixé au couvercle; dans le bas est brasée

une sphère portant dans une rotule fixée au piston. Cette disposition a l'avantage, d'une part, de faire porter l'effort du ressort rigoureusement au centre du piston, de manière à éviter tout coincement de cet organe contre la surface intérieure du cylindre ; et, d'autre part, de supprimer l'inertie de la tête inférieure des anciens ressorts, dont le poids s'ajoute à celui du piston.

Quant au tambour à papier, il porte, au lieu du ressort à spirale, un ressort à boudin pour le ramener à sa position primitive. Le ressort en spirale, en effet, a l'inconvénient d'exercer sur le cordeau relié à la tête du piston de la machine une tension inégale et proportionnelle à sa tension propre. Comme tout cordeau, malgré toutes les précautions, conserve une certaine élasticité, la tension n'est pas la même durant toute la course du piston, quand il est actionné par le ressort en spirale. Cet inconvénient peut occasionner des erreurs dans le tracé du diagramme. Le ressort à boudin a la propriété de conserver une tension égale pendant toute la durée de la traction du cordeau. Suivant la vitesse, il peut être bandé plus ou moins au moyen d'un écrou placé au bas du tambour.

Ces deux modifications sont de la plus haute importance.

Ces détails, que nous empruntons à la communication faite par M. Walther-Meunier en 1885 au congrès des ingénieurs en chef des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, suffisent à faire comprendre les qualités de l'indicateur Crosby, dont l'emploi est indispensable pour les machines à grande vitesse. Au point de vue pratique, ces qualités sont mises en évidence par les figures 6 et 7, où sont reproduits les diagrammes relevés avec les indicateurs Richards et Crosby sur une machine à soupapes *Sulzer*, marchant à 130 tours. On voit que les effets de l'inertie sont ici complètement annulés.

Francesco Sinigaglia,
Professeur
à l'Institut Royal de Naples.

UNE NOUVELLE CAUSE DE MOBILITÉ DE L'ÉCORCE TERRESTRE

Une des questions les plus intéressantes et aussi les plus controversées de la géologie contemporaine est assurément celle des traces d'anciens rivages maritimes, qu'on observe à diverses hauteurs sur les côtes et les fjords de la Scandinavie, de l'Écosse et, en général, des régions circumpolaires. Tantôt ce sont de véritables dépôts de plages, formés de graviers avec coquilles marines, ou des terrasses de cailloux, régulièrement entassés au débouché de quelque ancien torrent dans la mer. Tantôt il s'agit de cannelures horizontales, découpées dans la roche vive, où se révèle le séjour prolongé d'une mer qui affleurait la côte à ce niveau, et dont la surface était exposée à se congeler fréquemment, de sorte que les alternatives de gel et de dégel, combinées avec celles de la marée, faisaient éclater la pierre en y taillant, à la longue, des incisions rectilignes, dites *Strandlinien*.

Longtemps on a essayé d'expliquer ces dépôts, qui tous datent de l'époque quaternaire, en admettant qu'alors le niveau de la mer se tenait plus haut que de nos jours ; mais dans ce cas le phénomène ne devrait pas être exclusivement localisé dans les régions circumpolaires et les anciennes plages devraient se retrouver, sur nos côtes, à des hauteurs égales à celles qu'elles atteignent en Norwège. Il n'en est rien ; les traces d'anciens rivages cessent complètement au sud avec la mer du Nord et, de plus, elles occupent des niveaux d'autant moins élevés qu'on s'éloigne davantage du pôle. Ce n'est qu'en Scandinavie qu'on les voit à des hauteurs de cent et même de deux cents mètres. Cette loi n'est pas moins manifeste en Amérique, où les traces d'anciens rivages, visibles à quinze mètres d'altitude sur la côte atlantique au voisinage de New-Haven, s'observent à trente mètres près de Boston, à soixante-cinq mètres sur la côte de l'État du Maine entre Portland et Mont-Désert, à cent cinq ou cent vingt mètres sur les bords du lac Champlain, à cent cinquante mètres aux environs de Montréal, enfin montent jusqu'à quatre cent cinquante mètres dans la baie d'Hudson et le Groënland.

Puisque les traces de rivages s'abaissent ainsi d'une manière continue depuis les régions circumpolaires jusqu'aux latitudes tempérées, il semble impossible d'attribuer le fait à un changement survenu dans l'équilibre même de la mer, car il est évident que ce changement se fût fait sentir dans la même mesure à New-Haven et au Canada. Il paraît donc nécessaire de faire intervenir un mouvement propre du sol et d'admettre que, dans ces parages, l'écorce terrestre ait subi un relèvement en masse, d'amplitude toujours croissante avec la latitude.

D'autre part, un pareil mouvement, s'accomplissant avec une telle régularité, à la fois en Europe et en Amérique, réclame une cause adéquate, qu'il est bien difficile d'indiquer; car ce relèvement en masse ne peut, d'après son allure, être mis en rapport avec aucun phénomène orogénique concomitant. On a donc été porté à le mettre en doute, d'autant plus que, dans une même région, les niveaux des diverses terrasses marines ne sont pas toujours concordants. A la vérité, ce défaut de concordance pourrait à la rigueur s'expliquer par l'influence de cassures préexistantes, limitant certains paquets susceptibles d'obéir, moins bien ou mieux que d'autres, à l'action soulevante. Encore serait-il inexplicable que cette différence de mouvement eût toujours respecté, comme c'est le cas, l'horizontalité des terrasses. En tout cas le phénomène, dans cette hypothèse, devient très compliqué et la cause générale qu'il faut faire intervenir demeure très mystérieuse et difficile à justifier, surtout pour ceux qui, par principe ou par traditions d'école, répugnent aux soulèvements en masse.

Dans ces conditions, un savant distingué, M. A. Penck, professeur de géographie à l'Université de Vienne, avait imaginé, vers 1883 (1), de recourir à une explication, assurément imprévue et ingénieuse, qui, nous l'avouons, nous a semblé pendant quelque temps propre à donner la véritable clef du phénomène. M. Penck faisait observer qu'il existe partout la relation la plus étroite entre le développement des traces d'anciens rivages et celui des glaciers quaternaires, tels qu'on peut les reconstituer sans le moindre doute à l'aide des moraines, des blocs erratiques et des surfaces polies ou moutonnées. Plus le régime glaciaire a été autrefois intense dans les latitudes élevées, plus les terrasses marines sont abondantes en même temps qu'elles montent davantage au-dessus du niveau de la mer. En Europe, par exemple, les plus hautes s'observent en Scandinavie, non dans les parties tout à fait septentrionales, mais bien sous les parallèles de 60 à 63 degrés, c'est-à-dire juste au voisinage de la région du maximum de relief. Cette région est le centre de l'ancien glacier qui couvrait autrefois toute la contrée, et dont la place est encore marquée par les champs de neiges et de glaces les plus vastes que le pays ait conservés. En Amérique comme en Europe, on peut dire que l'amplitude du phénomène des terrasses est absolument proportionnelle à celle des anciens glaciers, si bien que, les deux ordres de faits étant rigoureusement concomitants, il est impossible de ne pas reconnaître entre eux une relation de cause à effet.

Comment cette relation doit-elle être formulée ? Quelques-uns ont pensé à faire intervenir, comme cause de dépression, le poids des énormes masses de glace qui, à de certains moments, étaient superposés au sol des pays du nord. Ils ont admis que ce poids pouvait suffire pour déprimer la croûte terrestre sous-jacente et que celle-ci, se relevant ensuite, à mesure que disparaissait la charge additionnelle des glaces quaternaires, aurait ainsi chassé la mer du territoire envahi à la faveur de la dépression antérieure. Mais une telle hypothèse exige, de la part de l'écorce solide, une flexibilité qu'il est bien difficile de lui concéder. Si mince qu'on suppose cette croûte, c'est par plusieurs dizaines de kilomètres que doit se compter son épaisseur et dès lors l'addition de quelques centaines, voire de quelques milliers de mètres de glaces, ne peut pas en affecter sensiblement l'équilibre. De plus, voulût-on même admettre la possibilité de cette action, que la solidarité des diverses parties de l'écorce ne permettrait pas au phénomène de se localiser étroitement, comme il le fait, dans les lieux autrefois occupés par les glaces, sans s'étendre *le moins du monde* sur les pays immédiatement voisins, que les glaciers ne recouvraient pas.

C'est pourquoi M. Penck a cherché une autre cause, et il a cru la trouver dans l'attraction exercée par les glaces sur les masses d'eau avoisinantes. On sait qu'à la surface du globe, tout élément du relief exerce sur les objets environnants, par exemple sur le fil à plomb, une attraction propre, indépendante de l'action générale de la terre. Il en résulte, quand le relief est suffisamment brusque, une déviation plus ou moins sensible de la verticale. Dès lors la surface des eaux tranquilles, toujours perpendiculaire à la direction du fil à plomb, en doit être affectée et ainsi il est certain qu'au voisinage de côtes abruptes, précédant un massif montagneux, la mer doit être élevée par attraction d'une certaine quantité. A en croire plusieurs savants allemands, notamment M. Ph. Fischer, il est des parages où ce relèvement pourrait dépasser plusieurs centaines de mètres.

Mais ce qu'une ligne de relief produit, une masse de glaces, qui vient à se superposer au sol, le produit aussi, avec cette seule différence que la glace, à cause de sa moindre densité, a besoin d'être plus épaisse pour déterminer le même effet d'attraction qu'une masse égale de terre ferme. On entrevoit donc clairement, dans l'existence des grands gla-

(1) *Schwankungen des Meeresspiegels; Iahrbuch der geograph. Gesellschaft in München*, VII. — Voir aussi notre conférence du 1er mars 1886, sur le niveau de la mer, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, XIV, 368.

ciers quaternaires, une cause de relèvement du niveau des mers voisines, cause qui a cessé avec la disparition des glaces et on s'explique ainsi sans peine cette proportionnalité que l'expérience révèle entre les deux ordres de faits.

Tandis que M. Penck arrivait à cette idée en Allemagne, un géologue américain, M. Warren Upham, était conduit à une conclusion tout à fait semblable par l'étude de la vallée de la Rivière Rouge du nord, dans l'Etat de Minnesota. A la fin de l'époque quaternaire, cette vallée était occupée par une nappe d'eau, qui s'étendait dans le Canada jusqu'au lac Winnipeg, sur environ mille kilomètres de longueur. Au moment de sa plus grande extension, cette nappe lacustre (que les géologues des États-Unis ont désignée sous le nom de Lac Agassiz, en mémoire du grand savant qui a tant contribué à édifier la théorie glaciaire) avait une profondeur variable entre 60 et 180 mètres. Sa disparition n'a pas été régulièrement progressive; mais l'abaissement du plan d'eau a eu lieu par saccades et, à trois reprises différentes, le niveau de la surface est demeuré stable assez longtemps pour permettre la formation de terrasses continues de sables et de graviers littoraux. On a pu suivre ces terrasses presque sans interruption, sur près de 230 kilomètres.

Or c'est une chose remarquable que ces trois terrasses, témoins des étapes successives de l'assèchement du lac, ne soient pas horizontales et que, de plus, leurs distances mutuelles, comptées suivant un plan vertical, aillent en croissant vers le nord.

Pour expliquer ce phénomène, M. Warren Upham a songé à invoquer l'action attractive exercée par le front de l'immense masse de glaces qui formait alors, au nord du Minnesota, une barrière contre laquelle venaient s'arrêter les eaux venant du sud. Il est évident, d'une part, que l'attraction devait être d'autant plus forte qu'on était plus près de la barrière, ce qui expliquerait le relèvement progressif des terrasses, d'autre part qu'elle diminuait d'intensité à mesure que décroissait l'épaisseur de la calotte glaciaire, ce qui semble bien justifier la moindre inclinaison des terrasses inférieures, comparée à la pente de la plus élevée des trois.

Ces déductions paraissaient si satisfaisantes; rapprochées de celles de M. Penck, elles donnaient, semble-t-il, une explication, si claire et si simple, de l'allure affectée par les terrasses quaternaires, que nous n'avions pas hésité à les proposer à l'adhésion de nos collègues de la Société géologique de France (1). Mais depuis lors, un membre distingué de l'Institut géodésique de Berlin, M. Erich de Drygalski, a fait paraître une note importante (1), où, avec le secours de l'analyse mathématique, la question de la déformation des mers par attraction était envisagée sous un jour nouveau. L'auteur y prouvait, à l'aide de calculs que personne n'a démentis, qu'on avait beaucoup exagéré l'action attractive des lignes de relief, qu'en particulier les faits observés en Amérique ne pourraient être expliqués que par l'hypothèse d'une calotte glaciaire ayant au moins *neuf mille mètres* d'épaisseur; qu'il en faudrait à peu près autant pour rendre compte de l'altitude des terrasses en Ecosse et en Scandinavie; en un mot que l'attraction glaciaire, bien que réelle, était complètement insuffisante pour justifier les surévélations aujourd'hui constatées.

D'un autre côté, le fait de l'étroite relation qui unit les terrasses et les anciens glaciers n'en subsiste pas moins dans toute sa force, impliquant toujours le même rapport de causalité. Seulement il est clair que ce rapport demande à recevoir une autre expression.

En réfléchissant à cette difficulté, M. de Drygalski (2) a eu tout récemment l'heureuse idée de faire intervenir une circonstance qui, jusqu'alors, était demeurée complètement inaperçue; nous voulons parler des changements qui ne peuvent manquer de s'accomplir dans l'état thermique du sol d'une région, suivant qu'elle est ou qu'elle n'est pas recouverte par les glaces.

En effet supposons deux corps en possession de la même provision de chaleur, mais dont l'un rayonne librement dans un espace à la température de zéro, tandis que l'autre est recouvert d'une enveloppe de glace, suffisante pour ne pouvoir fondre entièrement. Les lois connues de la physique ne laissent aucun doute sur ce qui va se passer. Il se fera, dans le premier corps, un vif échange de chaleur au profit du dehors, et la surface de ce corps sera constamment à une température plus élevée que le milieu ambiant. C'est ce que savent bien, d'ailleurs, les météorologistes, qui toujours remarquent que la température d'un sol est supérieure à la moyenne de l'air environnant. Au contraire, le corps recouvert de glace aura sa surface constamment maintenue à zéro; même, si le froid extérieur devient plus intense, il pourra arriver que cette température de zéro pénètre, dans l'intérieur du sol, jusqu'à une certaine profondeur.

Dès lors, qu'une région primitivement couverte de glaces vienne un jour à être débarrassée de ce manteau; le rayonnement interrompu va se réta-

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 3e série, XIV, p. p. 368, 524.

(1) *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 1887.
(2) *Bewegungen der Kontinente zur Eiszeit*, Berlin, 1889.

blir, et les couches superficielles du sol, longtemps maintenues à zéro, vont se réchauffer d'autant plus qu'en général il règnera, dans l'air ambiant, une température moyenne sensiblement supérieure à celle de la fusion de la glace. C'est ainsi, par exemple, que l'ancien centre de diffusion des glaces, en Scandinavie, occupe une contrée où passe aujourd'hui l'isotherme de *six degrés*.

Or tout corps qui se réchauffe se dilate du même coup. Il faudra donc de toute nécessité que la région débarrassée de glaces occupe un volume plus considérable, et comme elle n'en peut conquérir que sur l'atmosphère, elle subira un *gonflement*, nul aux points où cessait autrefois la nappe glaciaire, et atteignant son maximum là où cette nappe avait sa plus grande épaisseur. Au contraire, un pays que les glaces viendraient à envahir devrait se contracter, ce qui entraînerait une diminution de son altitude et, par suite, un empiétement de la mer sur sa surface. On comprend ainsi sans peine que la mer, au moment du grand développement des glaces, ait occupé, relativement à la terre ferme, un niveau plus élevé qu'aujourd'hui, et qu'ensuite le gonflement progressif de la région, débarrassée de son manteau glaciaire, ait chassé les eaux marines à une certaine distance, relevant les anciens cordons littoraux en proportion de la dilatation survenue.

Dira-t-on qu'il s'agit d'un mouvement, réel à coup sûr, mais insignifiant en valeur absolue? A cela M. de Drygalski oppose une réponse qui nous semble péremptoire. Il rappelle d'abord que le coefficient de dilatation linéaire du verre, qui peut servir d'exemple pour les matières rocheuses, est, pour un seul degré centigrade, de 81 à 84 millioniémes de la longueur initiale. Cela posé, revenons à ces anciennes plages américaines qui, depuis la côte de New-Haven jusqu'à Montréal, se relèvent de 150 mètres pour une distance totale de 504 kilomètres. Si nous imaginons qu'un arc linéaire de longueur double, soit de 1008 kilomètres, s'allonge seulement de 4 mètres, c'est-à-dire de *quatre millionièmes* de sa longueur initiale, cet arc devra prendre au milieu une flèche de *cent cinquante mètres*, c'est-à-dire précisément la surélévation constatée; car il est aisé de s'assurer que, dans un triangle rectangle où les côtés de l'angle droit ont respectivement 504.000 et 150 mètres, l'hypoténuse est longue de 504.002 mètres. En résumé, une dilatation linéaire *vingt fois plus petite que celle du verre pour un degré* suffirait à expliquer la surélévation des plages canadiennes.

Assurément ce calcul ne peut prétendre à une absolue rigueur; car il s'agit, dans l'espèce, non de l'allongement d'un arc superficiel, mais de la dilatation cubique d'un massif de terre-ferme, qui subit un certain gonflement en masse. Néanmoins, il nous semble résulter très clairement de ces considérations que la surélévation observée est assurément *du même ordre* que celle à laquelle doit donner lieu le changement d'état thermique.

Nous remarquerons aussi que cette explication rend très bien compte d'un fait particulier aux terrasses marines, et que tous les observateurs, sans excepter M. Penck, ont été forcés de reconnaître : c'est que ces terrasses se sont produites, non à l'époque de la plus grande extension glaciaire, mais vers le milieu de la période de retraite des glaciers. Il ne suffirait pas, pour se tirer de cette difficulté, de prétendre que, la mer du Nord se trouvant supprimée de fait par la jonction qui s'opérait entre les mers de glace de l'Ecosse et celles de la Scandinavie, les terrasses ne pouvaient se former qu'après la reconstitution de cette mer. A ce moment il est certain que l'épaisseur de la masse attirante avait assez diminué pour être moins que jamais capable d'amener, dans le niveau de la mer, une surélévation de 200 mètres. Au contraire, la chose se concilie sans peine avec l'hypothèse d'une intumescence par dilatation; elle atteste seulement que l'immersion de la contrée, par suite de l'invasion des glaces, avait dû être encore plus considérable, puisque même au milieu de la phase de recul des glaciers, la mer conservait encore un niveau supérieur de 200 mètres à ce qu'il est aujourd'hui.

Enfin un autre fait, également constaté par M. Penck, trouve dans cet ordre d'idées sa complète justification. Le savant professeur de Vienne, en étudiant les vicissitudes du régime glaciaire dans les massifs alpins, a démontré que toute phase d'avancement des glaciers avait eu pour corollaire une diminution de l'activité des cours d'eau, dont les vallées s'étaient en partie comblées, tandis qu'aux phases inter-glaciaires correspondaient des périodes d'érosion, pendant lesquelles les fleuves avaient remanié leurs alluvions. M. Penck y voyait la preuve que le niveau de la mer, qui règle la chute disponible, s'était relevé dans le premier cas, abaissé dans le second et cela par suite de l'inégale attraction du massif pourvu ou débarrassé de glaces. Mais rien ne se concilie plus facilement, à nos yeux, avec l'hypothèse thermique, qui comporte des dilatations et des contractions successives. Pendant les phases de progrès des glaces, le massif montagneux devait se contracter. Donc sa pente diminuait et comme c'est elle qui règle l'activité des cours d'eau, celle-ci ne pouvait manquer de subir une diminution correspondante. Au contraire, le gonflement qui suivait la disparition des glaces, rétablissait la pente générale

primitive, et par conséquent ressuscitait l'érosion endormie.

En résumé, il nous semble qu'il n'est plus besoin de chercher, ni des mouvements plus ou moins compliqués et difficilement explicables du sol, ni des effets d'attraction dus aux glaces quaternaires. L'intumescence d'une région abandonnée par les glaces devient la cause principale du phénomène ; et quelques causes accessoires qu'on y puisse associer (l'attraction, réduite à de justes proportions, sera certainement du nombre), le mystère des anciennes terrasses marines nous semble désormais éclairci. Il est réduit, dans ses traits généraux, à n'être qu'une simple conséquence de la reprise du rayonnement, longtemps empêché par la présence d'une nappe de glace à température invariable.

Ainsi, en dehors des mouvements orogéniques, dus au plissement et à la compression latérale de l'écorce terrestre, il existe pour cette écorce une autre cause de mobilité, qui réside dans les changements que subit l'état calorifique de la surface. Mais ces changements se produisent ailleurs que dans les régions soumises au régime glaciaire et M. de Drygalski a parfaitement entrevu l'application qu'on en peut faire aux alternatives d'émersion et d'immersion par lesquelles certaines contrées ont si souvent passé dans les temps géologiques.

Si une nappe océanique suffisamment épaisse ne joue pas identiquement le même rôle qu'une couverture de glace à température invariable, il n'en est pas moins vrai qu'elle a pour effet de placer le fond qui la supporte dans des conditions calorifiques tout autres que les régions continentales du voisinage. Lors donc que, par suite de mouvements orogéniques qui changent la disposition des bassins, la mer abandonne les parages qu'elle occupait antérieurement, l'effet thermique, consécutif de cette émersion, doit entraîner un changement d'état du sol, capable de provoquer des mouvements de faible amplitude, dont l'effet viendra s'ajouter à celui du mouvement principal. L'histoire géologique enregistre assez de petites oscillations du niveau de la mer, dans un bassin déterminé, pour que cette considération, qui tend à en expliquer quelques-unes, demande à n'être pas perdue de vue. Elle s'applique d'ailleurs, non seulement aux pays abandonnés ou reconquis par la mer, mais encore à tous ceux dont la surface subit des changements calorifiques notables.

Enfin nous remarquerons, toujours avec M. de Drygalski, que le même ordre de considérations rend compte du fait, signalé par M. Faye et divers autres observateurs, relativement à un excès d'attraction qui se fait sentir sur les aires océaniques et que mettent en évidence les oscillations du pendule. M. Faye attribuait cet excès à ce que l'écorce devait être plus épaisse sous les mers et il cherchait la cause d'un tel surcroît dans le contact prolongé de l'eau froide qui tapisse le fond des océans. A ses yeux, la chaleur constamment enlevée à la croûte par les mers froides qui la baignent avait dû faciliter, sous les mers, le progrès de la consolidation du noyau liquide.

A l'époque ou ces considérations furent développées par l'éminent astronome, nous avions cru devoir en combattre l'application, parce qu'il nous semblait impossible qu'une action réfrigérante, localisée au sommet d'une écorce de cinquante ou soixante kilomètres de puissance, fût susceptible de se faire sentir de proche en proche jusqu'à la base. Mais nous devons reconnaître que la question change complètement de face, si au lieu d'invoquer un accroissement d'épaisseur, on se borne à parler du *surcroît de densité* que doit produire la contraction par refroidissement des roches. Il est clair en effet que le fond des grands océans, où, grâce à l'afflux des eaux polaires, se maintient sans cesse une température voisine de zéro, est dans des conditions peu différentes de celles qui caractérisent les contrées glaciaires. La surface de la croûte solide y est donc plus froide et, par conséquent, plus contractée qu'ailleurs, d'où résulte nécessairement une densité plus forte. C'est justement le fait constaté par M. Faye, sans qu'il soit besoin, pour expliquer l'excès d'attraction, de recourir à une dépression du niveau des mers, qui rapprocherait leur surface du centre attirant.

Du reste, notre but ne saurait être ici de soumettre la thèse de M. de Drygalski à une discussion approfondie. Nous avons seulement voulu la faire connaître aux savants français, afin de mettre en lumière tout ce qu'il y a d'original, de nouveau et en même temps de simple, dans cette manière si naturelle de concevoir le phénomène des anciens rivages, phénomène demeuré bien problématique, et sur lequel, en particulier, la sagacité de M. Suess s'est encore récemment exercée sans résultat (1).

Nous n'ajouterons qu'un mot, pour indiquer une heureuse application qu'il semble légitime de faire de cette théorie. Tout le monde sait que les contrées circumpolaires ont seules le privilège des *fjords*, c'est-à-dire des découpures longues et étroites, par lesquelles la mer pénètre dans le cœur d'un massif montagneux, en conservant des profondeurs qu'il est absolument impossible d'attribuer à l'érosion marine. En toute hypothèse, les fjords sont certainement d'anciennes vallées terrestres originairement creusées à l'air libre et que la mer

(1) V. *Antlitz der Erde*, 3e fascicule.

a envahies à la suite d'un changement survenu dans l'altitude de la contrée. Or, ce fait s'explique à merveille, si l'on admet que, formées à une époque où la température du pays était beaucoup plus clémente, les vallées des fjords aient été ultérieurement noyées sous les glaces, ce qui d'ailleurs ne peut faire aucun doute, vu l'existence des moraines et des roches polies. A ce moment le refroidissement du pays par contraction l'a fait plonger sous les eaux marines et les vallées ont été noyées sous plusieurs centaines de mètres d'eau. Puis les glaces se sont retirées, mais seulement en partie; car il est évident que le régime actuel, par exemple dans le massif scandinave, est plus sévère que celui qui a précédé l'établissement des grands glaciers ; et voilà comment l'eau des fjords recouvre encore aujourd'hui une partie des versants sur lesquels devait ruisseler librement l'eau des pluies antéquaternaires. Si (ce qui semble peu probable les conditions thermiques des temps pliocènes étaient destinées à reparaître quelque jour, il est à croire qu'avec l'évanouissement des glaces scandinaves, on verrait se produire un gonflement du sol, qui peut-être assécherait complètement le fond des fjords actuels.

Mais arrêtons-nous ici. La géologie a bien assez à faire d'expliquer le passé, sans qu'il faille risquer des prévisions d'avenir et, pour la satisfaction de hasarder une prophétie, nous nous reprocherions de compromettre le crédit d'une doctrine qu'il nous plaît tout spécialement de signaler aux géologues, comme l'une des conceptions les plus ingénieuses et les plus originales qui aient vu le jour dans ces derniers temps.

A. de Lapparent.

LES NOUVELLES EXPÉRIENCES DE M. O. LODGE

SUR LES RADIATIONS ELECTRIQUES

Le professeur O. Lodge continue ses recherches (1) sur les ondulations électriques et perfectionne chaque jour ses dispositions expérimentales, décrites dans notre numéro du 28 février dernier (2). L'excitateur, qui produit dans l'espace la vibration électromagnétique, était trop compliqué; il le simplifie en employant comme source vibrante un corps de forme géométrique définie, une sphère, un ellipsoïde, deux sphères réunies par un conducteur transversal non interrompu. Le conducteur, une sphère par exemple, est placé entre les boutons de deux bouteilles de Leyde, réunis eux-mêmes aux pôles d'une forte bobine de Rhumkorff. Des étincelles éclatent entre la sphère et les bouteilles, elles chargent et déchargent alternativement ce conducteur; des oscillations se produisent qui excitent des ondulations se propageant tout à l'entour. Suivant les cas, les bouteilles sont diversement disposées : les armatures extérieures peuvent être réunies, ou bien, on peut, au contraire, les laisser isolées. Le résonnateur est constitué par un corps conducteur, de forme identique à l'excitateur réuni au sol, et dont on tire des étincelles par la pointe d'un canif tenu à la main.

Au lieu d'une seule sphère, on peut prendre une rangée de sphères disposées comme l'indique la figure (fig. 1); une série d'étincelles éclatent et les ondulations apparaissent. Dans les comptes rendus de la Société mathématique de Londres, le professeur J. J. Thomson a traité analytiquement le problème des oscillations électriques provenant d'une sphère parfaitement conductrice ; il établit que la valeur de la longueur d'onde correspondante est un peu plus faible qu'une fois et demi la longueur du diamètre.

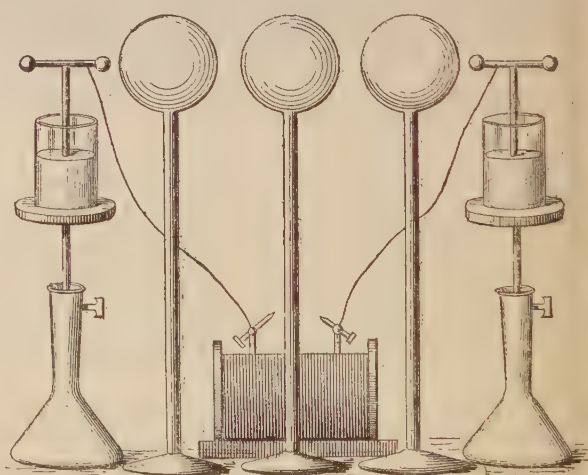


Fig. 1. — Disposition des sphères employées par M. Lodge pour produire la résonnance électrique.

(1) Voyez le journal anglais *Nature* du 20 mars, p. 462.
(2) Voyez la *Revue*, p. 127.

M. Lodge emploie des sphères de 12 centimètres de diamètre. Si l'on admet que dans l'ensemble des vibrations produites, l'excitateur rend prédominantes ses propres vibrations, on voit que l'on obtiendra par ce procédé des oscillations électriques de faible période (17 centimètres au plus comme longueur d'onde); ce calcul soulève, il est vrai, de nombreuses difficultés; la Revue (1) les a signalées, nous n'y insisterons pas; avouons toutefois que les dispositions adoptées par M. Lodge ne semblent pas particulièrement propres à les écarter.

On peut diminuer le diamètre des sphères excitatrices, les étincelles resteront encore visibles dans le résonnateur. Cette rangée de sphères isolées produisant ainsi des radiations électromagnétiques sous l'influence de la décharge d'une bobine, présente de grandes analogies avec les molécules d'une substance phosphorescente donnant, sous la même influence naissance à des vibrations lumineuses.

Le résonnateur peut, lui aussi, être constitué par une série de sphères et de cylindres de dimensions différentes : chacun de ces conducteurs *parlera* à l'unisson des conducteurs correspondants de l'excitateur. Rien ne nous empêche de disposer en avant de ce système une lentille diélectrique en résine ou en paraffine; nous constituons ainsi un appareil que M. Lodge appelle un *œil électrique*; cet œil sera impressionné par les ondulations électro-magnétiques; il ne manque plus que des fibres nerveuses capables de transmettre ces impressions à quelque centre cérébral.

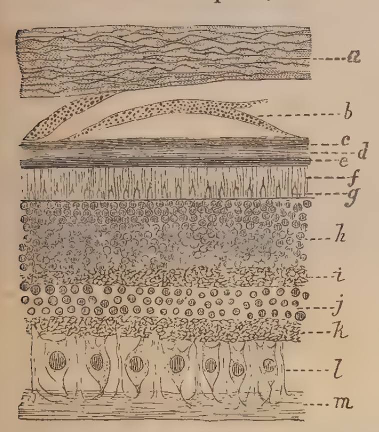


Fig. 2. — Coupe transversale d'un œil de mouton (portion périphérique de la rétine), d'après Klein et Variot.

a, couche interne de la sclérotique; — *b*, lamelles suprachoroïdiennes (pigmentées); — *c*, *d*, couches de la choroïde; — *e*, épithélium pigmenté de la rétine; — *f*, couche des bâtonnets; — *g*, les cônes; — *h*, couche externe à noyaux; — *i*, couche granulée externe; — *j*, couche interne à noyaux; — *k*, couche granulée interne; — *l*, couche des cellules ganglionnaires, avec les fibres radiées ou fibres de Müller entre les cellules; — *m*, la couche des fibres nerveuses.

Ces sphères, ces cylindres sont analogues aux bâtonnets et aux cônes que les naturalistes nous montrent dans la rétine (fig. 2); on peut imaginer que les bâtonnets et les cônes sont eux-mêmes des résonnateurs, sensibles aux vibrations de courte période qui constituent les radiations lumineuses; les physiologistes ont mesuré les dimensions de ces éléments : elles sont de l'ordre de grandeur qui correspondrait à de tels résonnateurs. La rétine serait donc constituée par des fibres (fig. 3), jouant pour la vision le rôle que les fibres de Corti jouent pour l'audition; l'excitation se transmettrait ensuite par un mécanisme encore inconnu.

On pourrait objecter à cette manière de voir que les éléments rétiniens ne sont pas des conducteurs : mais leur indice de réfraction est très élevé et la théorie prévoit que les corps fortement réfringents doivent se comporter comme des conducteurs; d'ailleurs tout le monde admet aujourd'hui depuis Boll et Küss que la rétine est le siège de phénomènes chimiques; on peut donc considérer les bâtonnets et les cônes comme des conducteurs électrolytiques et M. Lodge trouve avec de tels conducteurs des résultats identiques à ceux qu'il rencontre avec des conducteurs métalliques.

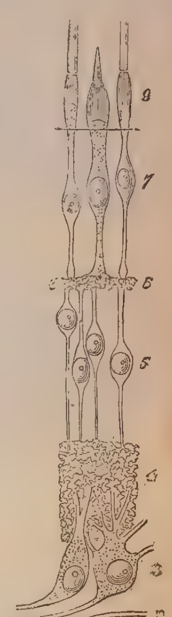


Fig. 3. — Diagramme des éléments nerveux de la rétine (d'après Klein et Variot).

2, fibres nerveuses; — 3, cellules ganglionnaires; — 4, couche granulée interne; — 5, couche interne à noyaux; — 6, couche granulée externe; — 7, couche externe à noyaux; — 8, la membrane limitante externe; — 9, les bâtonnets et les cônes.

Ces hypothèses sont fort séduisantes et vraiment suggestives; mais, disons-le bien, ce sont de pures hypothèses qui auraient grand besoin d'être appuyées par quelques expériences concluantes; malgré tout elles ne sont pas inutiles; elles devancent un peu les faits, mais elles guident l'expérience; les bons esprits sont prudents, ils ne se laissent pas égarer par leur guide; l'erreur des autres importe peu.

Lucien Poincaré.
Agrégé préparateur à la Sorbonne.

(1) Voir l'article de M. Guillaume dans le N° 3 de la *Revue* (30 janvier 1890) et celui de M. Brillouin dans le N° 5 (15 mars 1890).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Léauté (H) *membre de l'Institut.* — **Sur une condition de bon fonctionnement des installations mécaniques comportant des transmissions par liens rigides ou flexibles.** *Journal de l'Ecole Polytechnique, 59e cahier,* 1889.

Les installations mécaniques à grande vitesse, dont l'emploi se généralise de plus en plus, donnent lieu assez fréquemment à des irrégularités de mouvement et à des chocs d'un caractère tout spécial, qui en compromettent la durée et peuvent même dans certains cas en rendre le fonctionnement impossible. Les constructeurs ont cherché à remédier à ces inconvénients en équilibrant avec soin les pièces en mouvement et en donnant à tout l'ensemble mécanique la plus grande souplesse possible, de manière à atténuer toutes les trépidations et à rendre moins destructeurs les à-coups qu'ils ne pouvaient éviter : dans ce but, ils se sont attachés principalement à supprimer les liens rigides et à les remplacer par des accouplements parfaitement élastiques. Mais les dispositions qui en résultent, pour ingénieuses qu'elles soient, sont généralement coûteuses et quelquefois d'une application délicate.

M. Léauté s'est proposé, dans un mémoire très court, mais fort important, de rechercher quelle était la cause exacte de ces phénomènes, et dans quels cas, les irrégularités de mouvement dont il vient d'être question étant réellement à redouter, il devenait nécessaire de recourir à des dispositions spéciales. Etudiant successivement toutes les jonctions qui peuvent devenir le siège d'ébranlements pendant la marche, il est arrivé fort habilement, par la considération de ce qu'il appelle la *caractéristique cinématique* du système considéré, à formuler deux règles très simples qui suffisent à donner la solution pratique du problème et peuvent servir de guide aux constructeurs. Le nouvel ordre d'idées dans lequel est entré M. Léauté paraît appelé à jouer un rôle fort important dans l'étude des installations mécaniques, quand il s'agit de transmissions à grande vitesse, et il nous paraît à l'avenir devoir marcher de pair avec les considérations ordinaires de résistance auxquelles on a seulement égard aujourd'hui.

Bérard.

Tisserand (F.), *membre de l'Institut.* — **Traité de Mécanique céleste. t. I. Perturbations des Planètes.** *Paris* 1889. *Gauthier-Villars et fils, in-4°, 474 pages.*

Les astronomes ont accueilli avec joie le projet annoncé par M. Tisserand, il y a quelques années, de publier un nouveau Traité de Mécanique céleste. La Science en effet, a bénéficié, depuis Laplace, des travaux d'astronomes comme Bessel, Hansen, Delaunay, Le Verrier..., de géomètres tels que Gauss, Poisson, Jacobi, Cauchy.... Comment se reconnaître au milieu de tous les travaux accumulés ? Comment les classer et faire la part de ce qu'il y a de plus utile pour l'Astronomie ! Ce grand et difficile travail devait effrayer les courages les plus robustes. M. Tisserand est en train de l'accomplir pour le plus grand profit de la science. Tous les astronomes lui en seront reconnaissants.

Il est dit dans la Préface que les travaux de Lagrange et de Jacobi forment la base théorique de l'ouvrage ; pour la pratique, l'auteur a jugé utile de se conformer aux méthodes éprouvées de Le Verrier, en faisant aussi une place aux méthodes de Hansen souvent appliquées par les astronomes dans ces derniers temps. L'ouvrage est donc placé sous les meilleurs auspices, pour les astronomes aussi bien que pour les géomètres.

Le ch. I (de la loi de la gravitation universelle tirée des observations) indique les inductions qui ont conduit Newton à la loi de l'attraction entre le soleil et les planètes, entre celles-ci et leurs satellites, en particulier la terre et la lune, et de là à la loi générale. M. Tisserand observe que les comètes qui sillonnent l'espace dans tous les sens apportent un complément à la démonstration de la généralité de la loi. Enfin, il montre que les données d'observation qui nous sont fournies par les étoiles doubles, si elles ne prouvent pas en toute rigueur l'universalité de la loi de gravitation dans les différents systèmes stellaires, la rendent du moins très probable. Cette dernière question, objet de beaux travaux de MM. Bertrand, Darboux et Halphen, est destinée à devenir classique.

Les astronomes et les géomètres sont tellement habitués aujourd'hui à assimiler une planète à un point matériel que les cas où il est nécessaire de tenir compte des dimensions d'un corps céleste paraissent plutôt exceptionnels. Cela vient de ce qu'un globe a la propriété d'attirer un point extérieur comme si toute la masse était réunie au centre du globe, théorème dû à Newton et qui au jugement de M. Adams, l'illustre astronome anglais, paraît avoir éclairci les doutes qui pouvaient subsister dans l'esprit de Newton sur la loi de la gravitation encore plus que la connaissance des mesures géodésiques de Picard.

En résumé, le problème des pertubations des planètes, une fois admise la loi de la gravitation, ne paraît plus dépendre que de l'analyse.

M. Tisserand établit (Ch. II à VIII) les équations différentielles du problème sous diverses formes (nous citerons la forme symétrique due à M. Radau), fait une étude complète du cas où le nombre des corps est réduit à deux, et expose magistralement les recherches de Lagrange sur le problème des trois corps. C'est une idée heureuse : le mémoire de Lagrange avait été presque oublié, et cependant il contient la meilleure part de ce qui a été trouvé depuis l'illustre auteur sur l'intégration rigoureuse du problème des trois corps.

Si les efforts pour pousser plus loin la solution du problème des trois corps n'ont pas abouti, la raison en est qu'il n'existe pas d'autres intégrales que les quatre connues depuis Clairaut. En terminant un article du *Journal des Savants* (août 1759) par ce défi : « Et maintenant intègre qui pourra », Clairaut avait deviné juste. MM. Bruns, de Leipzig, et Poincaré viennent de démontrer l'impossibilité de nouvelles intégrales, soit algébriques, soit uniformes et analytiques.

Puisqu'il n'y a pas lieu de songer à intégrer rigoureusement les équations différentielles du mouvement des planètes, même quand ces planètes se réduisent à deux, on a recours à des méthodes d'approximation répondant aux besoins de l'Astronomie ; l'une d'elles, la plus fréquemment employée, est la méthode de la variation des constantes arbitraires.

Avec le Ch. IX commence donc l'exposition des méthodes d'approximation. Chemin faisant, l'auteur explique avec précision plusieurs termes usités dans la pratique des calculs et sur lesquels il importe que l'on soit fixé. Quelques lecteurs feront peut-être la remarque que M. Tisserand ne se prononce pas sur les réserves faites dans ces dernières années relativement à la convergence des séries employées en Mécanique céleste et pourront s'en étonner. Après avoir partagé cet étonnement, nous croyons que M. Tisserand a pris un bon

parti : la question n'est pas encore mûre, et il faut attendre que les recherches si importantes de MM. Gyldén, Lindstedt, Poincaré aient porté leurs fruits. D'ailleurs, si les séries ne sont pas convergentes absolument, comme disent les géomètres, elles convergent dans leurs premiers termes, et par analogie avec ce qu'observe, (Laplace *Calcul des probabilités. Remarque générale sur la convergence des séries*), la divergence ne doit pas empêcher l'usage de ces séries, en n'employant que leurs premiers termes.

Avant de s'occuper de l'importante question du développement de la fonction perturbatrice, M. Tisserand consacre un certain nombre de chapitres à des recherches et à des études préliminaires. Les transcendantes de Bessel, les nombres de Cauchy, certaines formules de Hansen, la convergence des séries du mouvement elliptique, les coefficients appelés souvent coefficients de Laplace et dépendant du rapport des grands axes de la planète troublante et de la planète troublée, sont successivement passés en revue, avec indication des recherches les plus récentes.

Le développement de la fonction peturbatrice est exposé en conformité avec les travaux de Le Verrier (ch. XVIII à ch. XXII), et la découverte de Neptune (ch. XXII) sert admirablement d'illustration aux formules de le Verrier.

Après avoir initié le lecteur aux méthodes de la Mécanique céleste et l'avoir habitué aux développements et aux approximations, l'auteur juge le moment venu de dévoiler les difficultés et la beauté du problème dont la solution réclamait un travailleur de génie comme Le Verrier.

Si les chapitres précédents révèlent les qualités du géomètre, la clarté, la rigueur et l'élégance, le chapitre sur la découverte de Neptune est l'œuvre d'un astronome consommé. Ce n'était pas chose facile de faire pénétrer le lecteur dans les détails d'une discussion numérique ; on ne raisonne plus sur des symboles algébriques susceptibles de représenter les données d'une question avec une exactitude absolue, mais sur des nombres entachés des erreurs d'observation. Un géomètre pur goûterait peu ce genre de discussion ; mais ceux qui aiment à manier les nombres et à les discuter pourront peut-être deviner là leur vocation astronomique.

Les six derniers chapitres contiennent, pour une bonne part, l'exposition de recherches importantes qui appartiennent en propre à M. Tisserand. Ils fixent de la manière la plus heureuse l'état actuel de la science en ce qui concerne quelques-unes des plus hautes questions : le théorème de Poisson sur l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires, les expressions générales des inégalités séculaires, etc...

Le nouveau Traité de Mécanique Céleste, ne tardera pas, comme le prévoyait M. Seeliger, l'un des secrétaires de la Société astronomique internationale, à se trouver entre les mains de tous les astronomes. Ce sera pour l'auteur la digne récompense de ses efforts et un honneur pour la science française.

O. Callandreau.

2° Sciences physiques.

Carvallo. (E). — **Influence du terme de dispersion de Briot sur les lois de la double réfraction** *Thèse pour le doctorat ès sciences mathématiques présentée à la Faculté des Sciences de Paris*, 1890.

Sous ce titre, M. Carvallo a présenté à la Faculté des Sciences de Paris un travail des plus intéressants ; le titre annonce bien le contenu du mémoire ; peut-être pourrait-on cependant le trouver un peu modeste, il ne fait pas immédiatement prévoir les remarquables conséquences auxquelles est amené l'auteur : c'est la seule critique que l'on puisse adresser à M. Carvallo.

Quand un rayon lumineux est *polarisé*, la vibration lumineuse est rectiligne, perpendiculaire au rayon et, d'après l'expérience bien connue de Fresnel et Arago, s'effectue constamment dans le *plan de polarisation* P ou dans un plan perpendiculaire. Jusqu'ici aucune expérience n'avait permis de résoudre la question ainsi posée ; il semblait même qu'elle fût insoluble ; les deux hypothèses paraissaient expliquer également tous les phénomènes observés. Fresnel et d'autres physiciens supposent la vibration perpendiculaire à P, Neumann et Mac Cullagh admettent qu'elle est dans le plan P lui-même. L'étude de la dispersion dans un milieu biréfringent a conduit M. Carvallo à trancher le différend et à donner définitivement gain de cause à Fresnel. La démonstration est très simple. L'auteur s'appuie uniquement sur des principes qu'admettent aussi bien les partisans de Neumann que ceux de Fresnel : ne rien demander d'autre à ses adversaires qu'ils ne vous demandent eux-mêmes est assurément un moyen habile pour entraîner la conviction. Ce résultat est le point saillant du travail, mais en route M. Carvallo a rencontré de fructueux champs de recherches qu'il a parcourus avec profit ; nous ne pouvons malheureusement l'y suivre ; il est préférable de tâcher ici de donner une idée de la démonstration d'un fait aussi important ; nous chercherons surtout à dégager nettement les principes fondamentaux.

Quelque idée que l'on se fasse d'un rayon lumineux, on doit admettre que le phénomène dépend en un point et en un instant donné du temps et de la position du point ; dans l'hypothèse moléculaire, on dira que l'élongation u de la molécule vibrante dépend des coordonnées x, y, z, et du temps t ; mais cette hypothèse est simplement destinée à faciliter le langage, on pourrait la sacrifier, les résultats demeureraient identiques. Si l'on a affaire à un rayon polarisé, une seule coordonnée x reste à considérer, le phénomène dépendra d'une seule équation différentielle liant l'élongation u à x et à t. Mais cette équation n'est pas quelconque : des expériences incontestables imposent certaines conditions. Les phénomènes d'interférences exigent qu'elle soit linéaire ; le fait qu'un état permanent peut être atteint, montre que les coefficients en sont constants ; l'absence de dispersion dans le vide et l'existence de deux vitesses égales et de signes contraires entraîne cette conséquence que dans le vide l'équation se réduit à deux termes d'un même ordre pair de dérivation. M. Carvallo admet que cette équation est de la forme $\frac{d^2u}{dt^2} = A\,\frac{d^2u}{dx^2}$; c'est là une hypothèse, mais elle est à coup sûr d'un ordre très général ; en outre, toutes les théories optiques l'ont toujours admise. Dans un milieu où il y a dispersion, où les radiations de différentes longueurs d'onde ne se propagent pas avec la même vitesse, il conviendra d'ajouter des termes de la forme $\frac{d^pu}{dx^q\,dt^{p-q}}$; si l'on cherche, en partant de là, comment varie l'indice de réfraction n, c'est-à-dire le rapport des vitesses dans le milieu et dans le vide, avec la longueur d'onde λ, on est conduit à la *formule de dispersion* $\frac{1}{n^2} = a + \sum b\,\lambda^{-p+2}\,n^{q-2}$, où les exposants p et q ont mêmes valeurs que les indices correspondants de l'équation différentielle ; or l'expérience montre d'une façon certaine, et M. Carvallo le prouve très nettement, que la formule de dispersion doit contenir un terme $c\lambda^2$, proportionnel au carré de la longueur d'onde ; dans l'équation différentielle lui correspond nécessairement un terme en u. Le terme $c\lambda^2$ (*terme de Briot*) dépend donc de l'élongation elle-même. Considérons maintenant les deux rayons en lesquels se décompose un rayon pénétrant dans un milieu biréfringent ; dans l'hypothèse de Fresnel, la vibration ordinaire est toujours perpendiculaire à l'axe optique, quel que soit l'angle du rayon avec l'axe, tandis que la vibration extraordinaire se déplace depuis l'axe jusqu'à la posi-

tion perpendiculaire, quand l'angle du rayon avec l'axe varie de 90° à 0°. Si l'hypothèse est vraie, le coefficient c devra garder constamment une certaine valeur c_0 pour le rayon ordinaire; il devra au contraire croître depuis une valeur plus petite c_e jusqu'à la valeur c_0 pour le rayon extraordinaire, quand l'angle avec l'axe décroîtra de 90° à 0°. L'hypothèse de Neumann entraîne des conséquences exactement inverses. Les mesures d'indices qu'a faites M. Carvallo à 90°, 30° et 0° de l'axe, par la méthode goniométrique ordinaire pour le spectre visible, par la méthode de M. Mouton pour les radiations calorifiques, ne laissent aucun doute : les valeurs de c sont dans l'ordre prévu par la théorie de Fresnel.

Parmi les nombreux résultats auxquels l'auteur est arrivé en passant, les plus généraux et les plus intéressants ont rapport aux méthodes d'interpolation employées dans les sciences d'observation ; il fait une étude critique très approfondie des méthodes de Cauchy et de Gauss ; par une extension donnée aux formules si avantageuses de Cauchy, il les adapte à la méthode des moindres carrés en conservant tous leurs avantages de commodité. Il donne ensuite des raisons nombreuses, les unes pratiques, les autres théoriques en faveur de la méthode de Cauchy, étendue, s'il est nécessaire, par une légère modification, au cas où les observations n'ont pas toutes la même précision.

En terminant son important travail, M. Carvallo montre comment l'étude de la dispersion permettrait de trancher une question capitale qui reste encore irrésolue. L'éther est-il *incompressible* ou au contraire *infiniment compressible?* en d'autres termes, les vibrations sont-elles rigoureusement dans le plan de l'onde ou font-elles avec lui un très petit angle, comme le suppose par exemple la théorie de M. Sarrau ? L'auteur ne se prononce pas, mais l'habileté et l'ingéniosité dont il vient de donner la preuve parviendront sans doute un jour à résoudre le problème. Lucien POINCARÉ.

Carl Barus. — **Mesure des températures élevées.** *Bulletin of the United States. Geological Survey.* 1 vol. de 300 pages, 1889.

Le gouvernement des Etats-Unis a fait publier depuis 1879, sous le titre de *Bulletin of Geological Survey*, un grand nombre de mémoires relatifs soit à la constitution géologique des Etats-Unis, soit à la géologie et à la paléontologie générales.

M. Carl Barus donne aujourd'hui dans ce recueil une étude sur la mesure des hautes températures qu'il présente comme une introduction à des recherches sur les constantes physiques des roches.

Après avoir rappelé les nombreuses méthodes de pyrométrie qui ont été proposées jusqu'ici, M. Barus conclut de leur étude que la meilleure de toutes est la méthode thermo-électrique. Proposée tout d'abord par Pouillet, puis par Becquerel, elle a reçu récemment des perfectionnements importants par les travaux de M. Le Châtelier qui lui a donné une forme précise et pratique. Le couple proposé par ce savant, formé de platine et de platine rhodié, permet de mesurer les températures élevées jusqu'au point de fusion du platine, avec une erreur qui ne dépasse pas 20° C. Les recherches très soignées et très étendues que M. Barus consacre à l'étude des couples thermo-électriques, à leur calibrage soit au moyen de bains de vapeur de températures connues, soit par comparaison avec le thermomètre à air à réservoir de porcelaine, confirment complètement les résultats obtenus par M. le Châtelier, qui peuvent se résumer ainsi : Les alliages de platine subissent à haute température des modifications allotropiques analogues à celle qu'éprouve le fer vers 700°. Par suite de cette modification, la force électromotrice des couples formés avec des alliages de platine ne peut pas se représenter en fonction de la température par la formule à deux termes de Tait. Il faut, soit employer une formule à trois termes, soit prendre successivement deux formules différentes à deux termes, l'une s'appliquant aux températures inférieures à la température de transformation, l'autre aux températures supérieures.

Dans la deuxième partie de son mémoire M. Barus propose une nouvelle méthode de pyrométrie, fondée sur la viscosité des gaz. Dans une masse gazeuse en mouvement, il se produit par suite du passage des molécules à travers des couches animées de vitesses différentes une transformation de force vive sensible en chaleur, à laquelle on a donné le nom de frottement interne des gaz. Le coefficient de frottement interne des gaz ou viscosité peut se mesurer, comme l'ont fait voir Meyer et Maxwell, soit en observant les oscillations d'un disque métallique autour d'une tige métallique qui le traverse en son centre, soit en mesurant le volume de gaz qui passe sous une pression donnée à travers un tube capillaire de dimensions données. C'est ce dernier dispositif que M. Barus a employé pour étudier l'influence de la température sur la viscosité des gaz. Il a pu démontrer et vérifier qu'entre la viscosité à 0° η_0 et la viscosité à $t°$ on a la relation

$$\eta_t = \eta_0(1+\alpha t)^{\frac{2}{3}}$$

c'est-à-dire que la viscosité est proportionnelle à la puissance $\frac{2}{3}$ de la température absolue. On obtient ainsi, une nouvelle méthode pyrométrique qui permet, soit de faire des mesures absolues, soit de faire des mesures différentielles. Il suffira, dans ce cas, de comparer les vitesses d'écoulement d'un gaz à travers deux tubes capillaires, l'un froid, l'autre porté à la température que l'on veut mesurer. Georges CHARPY.

Gautier (Armand), *membre de l'Institut, professeur à la Faculté de médecine*, et **Mourgues.** (L). — **Les alcaloïdes de l'huile de foie de morue.** *Paris. G. Masson*, 1890.

Ce remarquable travail a été présenté et accueilli avec intérêt à l'Académie de médecine. Il réalise un progrès certain dans nos connaissances relatives à l'action thérapeutique de l'huile de foie de morue.

L'étude commence par l'examen sommaire des diverses variétés d'huile de foie de morue. Leur mode d'obtention, leurs qualités, leurs propriétés physiques et chimiques, leur essai, sont exposés avec des détails suffisants pour en faire une monographie fort intéressante et sans longueurs.

Les auteurs exposent ensuite les méthodes employées pour isoler les principes actifs dont ils ont reconnu l'existence dans ce précieux médicament. Parmi ces principes actifs, ils signalent trois ammoniaques composées, la butylamine, l'amylamine, l'hexylamine, connues depuis longtemps déjà; et trois nouvelles bases du même genre, une dihydrotoluidine, base liquide; l'oselline, solide, amorphe; et la morrhuine, constituée par un liquide huileux. Une partie de ces dernières bases se rencontre dans l'huile de foie de morue sous forme de lécithines. La dihydrotoluidine, l'oselline et la morrhuine sont également combinées à des acides dont l'un, l'acide morrhuique, a été découvert et étudié par MM. Gautier et Mourgues.

L'étude de l'action physiologique de ces divers composés est faite avec soin et permet d'interpréter justement l'action stimulante, tonique et reconstituante de l'huile de foie de morue.

La butylamine produit, chez les animaux, de la fatigue, de la stupeur, des vomissements, un certain degré de parésie : elle excite l'urination. A faible dose, elle excite la sécrétion rénale; à haute dose, elle est, à la fois, convulsivante et paralysante ; à dose moyenne, elle plonge les animaux dans une sorte de somnolence avec paresse musculaire; l'intelligence est conservée. Elle n'est tonique qu'à dose assez élevée.

L'amylamine est une base très active, excitant à faible dose les réflexes et la sécrétion urinaire, provoquant, à dose forte, du tremblement convulsif, puis des convulsions et la mort. L'hexylamine agit à peu près

de la même manière, mais avec une intensité beaucoup moindre.

La dihydrotoluidine est toxique à assez faible dose; elle produit une diminution notable de la sensibilité; un tremblement et des convulsions qui intéressent d'abord les muscles de la face, puis s'accentuent et se généralisant si la dose est un peu forte. On observe des périodes d'excitation très vive suivies de dépression profonde, avec insensibilité et paralysie musculaire affectant principalement les membres postérieurs.

L'oselline est faiblement active; elle détermine, à dose suffisamment élevée, de la dyspnée, de la stupeur, des convulsions et la mort.

La morrhuine est l'un des principes les plus actifs de l'huile de fois de morue; c'est également l'une des bases les plus abondantes; elle forme un peu plus du tiers de la totalité des alcaloïdes de l'huile. Une cuillerée à soupe en renferme 2 milligrammes 2, qui correspondent à environ 3 milligrammes de chlorhydrate. C'est un puissant stimulant des fonctions de nutrition et de désassimilation, qui entraîne un énergique mouvement compensateur d'assimilation, comme le démontre la surexcitation de l'appétit chez les animaux soumis à son influence. Elle possède une action diurétique extrêmement accentuée et elle excite, en même temps, la diaphérèse et l'exonération intestinale. Cette base n'est toxique qu'à dose relativement élevée.

L'acide morrhuique, qui existe dans l'huile de foie de morue en proportion de plus d'un gramme par litre, possède également des propriétés diurétiques extrêmement marquées : les animaux sur lesquels on l'expérimente émettent des quantités d'urine qui correspondraient à environ 2400 centigrammes, en une demi-heure, pour un homme adulte; leur appétit est, en même temps, très vivement excité.

Les auteurs tirent de leurs longues et patientes reches les conclusions suivantes. L'huile de foie de morue agit par ses corps gras, éminemment assimilables, grâce à leur état physique spécial (saponification partielle qu'il faut attribuer à l'action des ferments hépatiques), à leur légère acidité et à la dissolution d'une certaine quantité de produits biliaires qui en facilitent l'émulsionnement. Et, en effet, l'huile de foie de morue pure et bien préparée s'émulsionne avec la plus grande facilité lorsqu'on l'agite avec de l'eau ne tenant en dissolution que des traces d'alcalis ou de carbonates alcalins : c'est un admirable aliment gras et un *aliment protecteur* qui ne saurait être remplacé par des graisses ou des acides gras liquides, bien inférieurs au point de vue de leur digestibilité et de leur assimilation.

Par sa richesse en phosphore qui s'y trouve à l'état d'acide phosphorique et surtout d'acide phosphoglycérique dans les lécithines et d'autres combinaisons organiques, l'huile de foie de morue est un énergique réparateur qui offre, à l'économie, le phosphore sous sa forme la plus facilement et la plus spécifiquement assimilable; ce qui explique la façon dont ce médicament lutte avec efficacité contre la désassimilation du phosphore dans un grand nombre de cachexies. L'iode et le brôme, que renferment en petite quantité les huiles de foie de morue, ne sont pas non plus étrangers à son action thérapeutique; et il est noter que ces corps y existent à l'état de combinaisons organiques et non pas d'iodure ou de brômure métalliques.

Mais, c'est surtout par ses alcaloïdes et son acide morrhuique que l'huile de foie morue agit comme excitant du système nerveux, accélérant la dénutrition et provoquant une assimilation qui ressemble, pour employer une comparaison imagée, à l'élimination des anciens matériaux usés ou avariés de l'organisme et à leur remplacement par des matériaux neufs et de bonne composition. Cette réparation puissante est expliquée par l'assimilation facile et rapide des principes phosphorés et des matières grasses, ainsi que par l'action spécifique de l'iode et du brôme.

Dr Gabriel Pouchet.

3° Sciences naturelles.

Lechartier (G.). — **Sur l'incinération des matières végétales,** *Annales de Chimie et de Physique, 6e série, t.* XIX, *p.* 421.

Le dosage des éléments minéraux que renferment les produits agricoles exige nécessairement une incinération préalable, dont l'effet est de détruire les combinaisons mixtes, de nature éthérée ou autre, que ces principes contractent avec la matière organique et que les réactifs de la voie humide ne sauraient détruire entièrement (1). Or, l'action de la chaleur sur les composés du soufre et du phosphore, en présence d'un excès de carbone ou de gaz réducteurs, peut donner lieu à des pertes par volatilisation dans le dosage de ces éléments, d'où l'emploi de méthodes spéciales dans la préparation des cendres.

M. Lechartier a voulu se rendre compte, par une série d'essais systématiques, de l'importance des erreurs que l'on fait commettre en négligeant ces précautions, et il a reconnu que, dans la carbonisation pure et simple de substances végétales telles que la paille, les topinambours ou le blé, une portion importante du soufre se trouve entraînée par les gaz ou les vapeurs goudronneuses qui se dégagent au début de l'incinération : la perte atteint parfois jusqu'à un millième du poids de la matière calcinée. Il est donc indispensable, lorsqu'on se propose de doser le soufre dans des mélanges riches en matières organiques, de comburer ces vapeurs en les faisant passer, par exemple, ainsi que le recommandent MM. Berthelot et André, sur une colonne de carbonate de soude pur chauffé au rouge sombre (*loc. cit.*).

Les mêmes produits volatils ne contiennent qu'une trace insignifiante de phosphore, et on arrive à d'excellents résultats dans le dosage de cet élément, en opérant sur des cendres préparées par incinération à l'air libre, sans précaution spéciale.

M. Lechartier conseille seulement d'arroser la matière avec un peu de lait de chaux pure avant de procéder à la calcination : les cendres deviennent ainsi moins fusibles et la masse carbonisée, plus poreuse, brûle mieux que dans les conditions ordinaires.

Léon Maquenne.

Chevrel (René). — **Sur l'anatomie du système nerveux grand sympathique des Elasmobranches et des Poissons osseux.** *Thèse pour le Doctorat ès-sciences naturelles, présentée à la Faculté des Sciences de Paris.*

Le sympathique des Poissons a été étudié fréquemment, mais presque toujours d'une manière incidente, et nous n'avons guère sur ce sujet d'autre travail d'ensemble que celui de Stannius qui remonte à 1849. C'est ce qui a décidé M. R. Chevrel à reprendre cette étude. Ses recherches n'ont pas porté sur moins de 85 espèces, dont 70 pour les Poissons osseux représentant 32 familles sur les 49 que compte le traité classique de Moreau sur les Poissons de France ; les 17 familles restantes sont exotiques ou composées d'animaux trop petits pour que la dissection puisse en être fructueuse.

Dans ces recherches délicates le procédé opératoire acquiert une importance capitale. Celui que M. Chevrel a eu l'heureuse fortune de trouver ne laisse rien à désirer entre des mains expérimentées; il consiste à faire agir à sec sur la région à explorer, préalablement dégagée autant que possible, une solution d'acide osmique à 1 %; on recouvre d'eau et on lave dès que la colora-

(1) Berthelot et André, *Ann. Chim. Phys.*, 6e s., t. XV, p. 119.

tion noire menace de se généraliser. J'ai vu moi-même nombre de préparations de M. Chevrel où sur le fond blanc du tissu conjonctif se détachaient en noir intense des filets nerveux de 1/50 de millimètre, dont les ganglions se laissaient aisément distinguer par leur faible coloration bistrée. — Le cadre de cette brève analyse ne me permet pas de suivre l'auteur dans le détail des faits qu'il a patiemment accumulés. Voici seulement quelques-uns des points principaux :

Téleostéens. — Contrairement à l'opinion générale, chez tous les Poissons osseux, le sympathique se continue antérieurement jusqu'au trijumeau dont il reçoit les premières racines, et cette première portion est presque toujours logée dans un canal osseux percé dans la grande aile du sphénoïde.

Chaque cordon présente dans sa région céphalique cinq ganglions qui reçoivent leurs racines respectivement du trijumeau, du facial, du glosso-pharyngien, du pneumogastrique et du grand hypoglosse.

Dans la région abdominale, les deux cordons peuvent rester distincts, mais toujours unis par quelques anastomoses transversales, ou bien se souder en un seul dans la région postérieure (Blenniidés, Lophidés, Triglidés) ou même dans toute l'étendue de l'abdomen (Physostomes apodes).

Dans la région caudale, les deux cordons sont toujours distincts, unis par des anastomoses et enfermés dans le canal hæmal d'où ils sortent postérieurement en se recourbant en anse pour aller se terminer dans le *plexus caudal* découvert par M. Chevrel ; il est formé essentiellement par les branches ventrales des derniers nerfs rachidiens et innerve la nageoire caudale.

Les ganglions du sympathique non seulement reçoivent leurs racines des nerfs rachidiens correspondants, mais encore leur envoient à leur tour des filets qui sont surtout développés pour les nerfs se rendant aux muscles des nageoires.

Elasmobranches. Le système sympathique des Elasmobranches est beaucoup plus réduit que celui des Téléostéens. Non-seulement les deux portions terminales, céphalique et caudale, font entièrement défaut, mais encore les ganglions de la portion abdominale sont indépendants les uns des autres et ce n'est que dans la région antérieure qu'ils sont parfois unis par de très fins filets longitudinaux dans lesquels on peut voir tout au plus le rudiment du cordon longitudinal si développé chez les Téléostéens et les autres Vertébrés.

Enfin l'auteur a étudié chez les Elasmobranches les singuliers petits corps qui pour Leydig représentent les capsules surrénales des Vertébrés supérieurs. Ces *corps suprârénaux*, au nombre de 16 à 18 de chaque côté chez la Roussette, entourent chacun une artère intercostale et sont en relation d'autre part avec la veine cardinale. D'ordinaire accolés aux ganglions sympathiques, ils en sont parfois à une certaine distance. Comme ils ne reçoivent réellement aucun filet nerveux, comme par leur structure ils sont identiques au long *corps interrénal* impair, qui n'a, lui, aucune connexion avec le système sympathique, l'auteur se refuse à admettre leur identité avec les capsules surrénales des Mammifères. Mais il hésite à conclure d'une manière absolue; la caractéristique de son travail est, en effet, une grande prudence, parfois excessive, dans les conclusions et une absence presque complète d'interprétation que d'autres pourront regretter à notre époque de généralisation à outrance.

Tel qu'il est, le mémoire de M. Chevrel constitue une œuvre d'une rare conscience. Poursuivi opiniâtrement pendant plusieurs années, basé sur un ensemble imposant de dissections des plus minutieuses ; c'est un excellent travail d'anatomie descriptive, un guide sûr capable d'éviter de longs tâtonnements à ceux qui voudront étudier maintenant toutes les questions ayant trait au sympathique, à sa structure, à son développement, à ses fonctions.

Georges PRUVOT.

4° Sciences médicales.

F. Terrier. — Remarques cliniques et anatomiques sur deux tumeurs vasculaires du cuir chevelu in *Revue de chirurgie*, 1890, janvier, p. 47.

Chez le premier malade, l'*anévrysme cirsoïde* était formé non seulement par une dilatation des artères, artérioles et capillaires artériels, mais encore par la dilatation des veines, veinules et capillaires veineux; les capillaires proprement dits prenaient aussi part à la dilatation générale. L'examen histologique fait par M. Malassez montra que tous les vaisseaux dilatés, veines ou artères, présentaient des lésions manifestes de leurs tuniques moyennes, parfois hypertrophiées, plus souvent atrophiées et remplacées par un abondant tissu conjonctif.

Chez le deuxième malade, la *tumeur cirsoïde* était sous la dépendance d'une communication artério-veineuse des plus nettes, véritable *anévrysme artério-veineux* constaté après ablation de la tumeur. Cliniquement existait au centre de la tumeur un point, dont la compression directe avec l'extrémité du doigt provoquait l'arrêt de tout battement et de tout bruit.

Aussi M. Terrier se croit-il en droit d'affirmer que les dilatations artérielles et veineuses résultent de la facile circulation artério-veineuse, soit directement (anévrysme artério-veineux), soit par les capillaires dilatés eux-mêmes (anévrysme cirsoïde vrai); dans les deux cas, la tumeur cirsoïde présente les mêmes caractères objectifs et fournit les mêmes symptômes. Le seul signe distinctif consiste dans l'arrêt brusque des phénomènes morbides par la compression d'un point très circonscrit de la tumeur, permettant, lorsqu'on le constate, d'affirmer l'existence d'une communication artério-veineuse directe.

Dr HARTMANN.

Roux et Nocard. — A quel moment le virus rabique apparaît-il dans la bave des animaux enragés? *Annales de l'Institut Pasteur*, *mars* 1890.

Est-il nécessaire que les phénomènes graves de la rage se soient manifestés pour que la morsure d'un chien enragé soit virulente; ou bien la salive de ce chien est-elle déjà dangereuse avant que l'accès de rage proprement dit se soit montré? La question à résoudre revient à ceci : A quel moment le virus rabique apparaît-il dans la bave des animaux enragés?

Pour arriver à la solution du problème, MM. Nocard et Roux ont institué un certain nombre d'expériences. Pour rendre sûrement leurs chiens enragés, les expérimentateurs injectent dans la chambre antérieure de l'œil un peu de l'émulsion du bulbe d'un animal enragé; par cette méthode, un chien prend sûrement la rage en vingt jours au plus; la température était prise chaque jour, et, à partir du moment où on constatait une élévation thermométrique, on recueillait la bave et on l'injectait à des cobayes et à des lapins. Dans ces conditions, on peut constater que la salive des animaux est virulente deux et trois jours avant l'apparition des symptômes de la rage.

La période qui s'étend entre le moment de l'inoculation et celui où apparaissent les symptômes rabiques présente une longueur qui semble en rapport avec le point de l'inoculation; on peut même supposer des cas où l'animal mourra de la rage sans que la bave soit virulente, la mort survenant avant que la propagation du virus aux glandes salivaires ait pu se faire.

Du travail de MM. Nocard et Roux, il résulte qu'un chien peut présenter tous les signes extérieurs de la santé, manger, être gai et caressant comme à l'ordinaire et porter dans sa gueule le virus de la rage. Si ce chien mord ou lèche une personne, il pourra lui communiquer la maladie alors qu'il ne semble pas l'avoir lui-même.

Dr H. DUBIEF.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 avril 1890.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Paul Painlevé** : Sur une transformation des équations différentielles du premier ordre. — M. **G. Fouret** : Construction du rayon de courbure de certaines classes de courbes, notamment des courbes de Lamé et des paraboles et hyperboles de divers ordres. — Dans la dernière séance, MM. **Lœwy** et **Puiseux** avaient exposé la théorie du système optique formé par un miroir plan installé devant l'objectif d'un équatorial et mobile autour d'un axe : aujourd'hui, ils étudient le système obtenu en remplaçant le miroir unique par deux surfaces réfléchissantes taillées sur un même bloc de verre en forme de prisme; ils déterminent les conditions dans lesquelles cet appareil peut commodément servir à la mesure précise des distances. — M. **G. Le Cadet** : Observations de la comète Brooks (19 mars 1890) faites à l'équatorial coudé de l'observatoire de Lyon. — M. **A. Ricco**. comparant le nombre des taches solaires en 1889 avec le nombre des taches dans les années précédentes, conclut que le minimum a été franchi à la fin de cette année; la tache de très haute latitude de mars 1890 le confirme dans cette opinion. — M. **H. Poincaré** rectifie l'analyse que Maxwell a donnée de la loi électro-dynamique de Weber, principalement en ce qui regarde les courants non fermés. — M. **Darboux** présente le tome II des « Œuvres de Fourier. »

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **E. Bouty**, étudiant la résistance de la lame mince de mica d'un condensateur, dans le cas où les deux armatures sont en communication permanente avec les deux pôles d'une pile, a trouvé que cette résistance est infinie. — M. **J. Borgman** a étudié dans quelques conditions particulières les actions mécaniques des courants alternatifs. — M. **Léon Devaureix**, pendant six voyages consécutifs sur un même navire en fer a observé les perturbations subies par les boussoles. Elles sont attribuables à l'aimantation inégale que prennent les diverses pièces métalliques de la coque, sous l'influence des chocs et trépidations. L'écart tend vers une valeur fixe pour un navire donné. — M. **E. Renou** adresse le relevé des halos et parhélies observés au parc Saint-Maur pendant ces dix-sept dernières années. — La chaleur de formation de l'hydroxylamine n'avait pas été déterminée jusqu'ici avec une certitude satisfaisante; MM. **Berthelot** et **André** ont résolu la question en décomposant l'azotate d'hydroxylamine cristallisée en ses éléments par l'action de la chaleur; ils montrent comment la connaissance de la mécanique chimique de ce corps éclaire l'étude de ses nombreux dérivés. — M. **G. Geisenheimer** prépare le bioxyde d'iridium en chauffant dans un creuset de platine de l'iridate de potasse avec un mélange de chlorure et de bromure de potassium en proportion définie. — M. **A. Gorgeu**, étudiant l'action de l'eau oxygénée sur les oxydes du manganèse, a reconnu que cette action est très complexe; elle varie suivant le degré d'oxydation de l'oxyde et peut être oxydante, réductrice ou nulle suivant le cas. — M. **de Forcrand** a étendu aux alcools tétratomiques les recherches faites antérieurement par lui sur la combinaison des alcools avec le potassium et le sodium; il a formé l'érythrate de soude et déterminé sa chaleur de formation. — M. **A. Berg** a étudié les dérivés chlorés des amylamines.

3° SCIENCES NATURELLES. — On sait que dans la fermentation alcoolique du marc interverti, avec les levûres usuelles, le glucose est détruit plus rapidement que le lévulose. MM. **U. Gayon** et **E. Dubourg** ont constaté que chaque espèce de levûre exerce cette sélection d'une façon plus ou moins marquée, caractéristique pour chaque espèce; ils ont trouvé quelques espèces qui font fermenter le lévulose plus rapidement que le glucose. — Les expériences de MM. **G. Linossier** et **G. Roux** leur ont montré que le champignon du muguet produit la fermentation alcoolique dans les solutions sucrées, mais cette fermentation est lente et la teneur en alcool du milieu de culture est toujours faible. De plus, on trouve une quantité notable d'aldéhyde, qui résulte d'une oxydation de l'alcool déjà formé par le champignon. Les caractères de cette fermentation rapprochent le muguet des Mucorinées. — A propos de la note de MM. Gilles de la Tourette et Cathelineau sur la nutrition dans l'hystérie, M. **Bouchard** rappelle que lui-même dans son enseignement et M. **Empereur** dans son livre publié en 1876, avaient déjà signalé le ralentissement de la nutrition dans cette maladie. — M. **Stanislas Meunier** appelle l'attention sur la structure bréchiforme des météorites tombées le 1er décembre 1889 à Jelica (Serbie).

M. Hermite, président, fait part à l'Académie de la mort de M. Peligot.

Séance du 28 avril 1890.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Emile Picard** : Sur une classe d'équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme. — M. **E. Cosserat** : Observation de la comète Brooks (19 mars 1890) faite à l'Observatoire de Toulouse.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — Dans de précédentes communications, M. **Sarrau** a vérifié, en se servant de données expérimentales relatives à l'acide carbonique, une équation analogue à celles qui ont été proposées par M. Van der Waals et par Clausius pour représenter la relation entre la pression, le volume et la température absolue. Il donne aujourd'hui une nouvelle vérification de cette formule, appliquée à l'azote gazeux. En fixant par tâtonnement la valeur de constantes relatives à l'azote qui entrent dans la formule, il a obtenu une série de valeurs qui concordent avec les chiffres trouvés expérimentalement par Regnault et par M. Amagat. — Généralisant leurs travaux antérieurs, MM. **J Macé de Lepinay** et **Ch. Fabry** exposent une théorie de la visibilité des franges d'interférence qui s'applique à tous les appareils producteurs de franges. — M. Stoletow a fait voir que si l'on éclaire par les radiations de l'arc voltaïque la plaque négative d'un condensateur à air, la déperdition produit entre les deux plaques un courant mesurable avec un galvanomètre sensible. En éclairant par les décharges d'une bobine de Ruhmkorff, M. **Edouard Branly** a vu le disque positif perdre aussi sa charge. Il avait déjà signalé le fait avec une autre disposition. — MM. **Berthelot** et **André** ont déterminé les chaleurs de formation et de combustion de divers principes azotés, dérivés de matières albuminoïdes, tels que la glycollamine, la leucine, la tyrosine, l'acide hippurique, etc. — M. **Léo Vignon** a déterminé les quantités de chaleur dégagées par l'action des acides et des alcalis caustiques sur la laine et le coton. — M. **P Schutzenberger**, en soumettant à l'effluve dans un tube scellé des vapeurs de benzine pure et sèche, obtient un produit de condensation qui est oxygéné. Il trouve là une nouvelle preuve de la perméabilité du verre pour l'eau, l'oxygène du produit ne pouvant provenir que de l'eau des armatures à eau

acidulée. Il a obtenu les mêmes faits, en opérant sur l'acétylène. — M. **L. Amat** a étudié les phosphites et le pyrophosphite de plomb. — M. **de Forcrand** expose la suite de ses recherches sur les érythrates alcalins, et en particulier les combinaisons de l'érythrite avec les alcoolates alcalins. — M. **C. Vincent**, en faisant tomber goutte à goutte du toluène sur de l'oxyde de plomb chauffé à environ 300°, obtient une grande quantité de benzine. Aux températures plus élevées, on obtient très peu de benzine; le produit principal est la stilbène, comme l'ont montré MM. Behr et Van Dorp. — M. **A. Pagnoul** communique les résultats de ses expériences sur les variations de la quantité d'azote dans les terres nues ou cultivées. Ces expériences ont été faites dans des vases où la terre était arrosée et drainée. L'azote des récoltes et celui des eaux de drainage a été mesuré. Dans tous les cas, il y a eu de l'azote emprunté à l'air, très peu dans le cas de la terre nue; l'eau a entraîné de l'azote nitrique, moins dans la terre cultivée que dans la terre nue; les récoltes enlevées, il reste encore pour la terre qui a été cultivée un gain considérable d'azote.

3° Sciences naturelles. — M. **Ant. Magnin** ayant observé un grand nombre de pieds d'*Anemone ranunculoides* envahis par l'*Æcidium leucospermum*, a trouvé que la plupart de ces individus étaient complètement stériles et que les autres portaient des fleurs plus ou moins avortées; il note que chez ces derniers, les étamines résistent mieux à l'atrophie que les carpelles. — M. **Ch. Depéret** décrit une tortue de terre de grande taille qu'il a découverte dans les limons rouges miocènes supérieurs du mont Léberon. Cette tortue serait l'ancêtre de la *Testudo perpiniana*. — M. **A. F. Marion** décrit sous le nom de *Gomphostrobus* un conifère prototypique du Permien de Lodève: Ce Gomphostrobus se rattache aux Salisburiées d'où sont issus les Taxinées. — MM. **Apostoli** et **Laquerrière** ont étudié l'action microbicide du courant galvanique, ils ont constaté que cette action, qui est très nette, est due au dégagement d'acides et d'oxygène au pôle positif. — M. **Raymond Tripier** signale l'existence de l'endocardite tuberculeuse.

M. **Léauté** est élu membre de la section de Mécanique.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 avril 1890.

MM. **Heckel** et **Germain Sée**: Discussion de priorité relativement à leurs travaux sur les substances dites d'épargne en général, la caféine, la noix de kola en particulier. — M. **Bertrand** a employé avec succès le glycérole boriqué et les lavages boriqués saturés dans le traitement local des pustules varioliques de la face. — M. **Forné** présente un travail sur la contagiosité de la lèpre, exposant que cette maladie longtemps cantonnée chez les tribus indigènes de la Nouvelle-Calédonie, a atteint la race blanche (4 cas en décembre 1889) et cite un fait indiscutable de transmission, après 4 ans d'un séjour dans une tribu atteinte de lèpre, chez un condamné libéré, belge d'origine, jusque là indemne. — M. Lancereaux lit un rapport sur des observations de filariose dues: 1° A M. **Maurel** desquelles il résulte que la filariose peut rester longtemps à l'état latent, l'état général des sujets atteints demeurant excellent. 2° A M. **Pedro de Magalhaes** (de Rio) qui d'après un décès survenu à la suite d'une opération, antiseptiquement conduite, pour un épanchement chyleux de la tunique vaginale, attire l'attention sur la grande susceptibilité des lympathiques envahis par la filariose et la gravité des opérations qui en résulte. — M. Gariel lit un rapport sur les travaux de M. **Grehant** relatifs aux accidents dus aux produits de combustion du gaz d'éclairage. La respiration des produits de combustion totale d'un bec argant ne détermine que de l'anoxhémie; mais, si la combustion est incomplète, l'acétylène et l'oxyde de carbone produits déterminent rapidement des accidents d'intoxication, d'où la nécessité absolue d'évacuer les produits de combustion des poêles et becs à gaz ordinaires. — M. **Ledentu** présente une tumeur du ligament tubo-ovarien, très rare, enlevée chez une femme de 23 ans, déterminée histologiquement par M. Letulle, cystofibrôme végétant. Guérison rapide. — M. **Périer** communique deux observations de corps étrangers des voies digestives: 1° Chez un homme de 36 ans, extraction d'une cuiller à café en ruolz arrêtée dans l'estomac: boutonnière, extraction avec des pinces, suture, guérison. 2° Chez une fillette de 10 ans, extraction d'un bouton de manchettes en os, avalé, resté fixé dans la partie supérieure de l'œsophage, empêchant la déglutition des aliments solides: œsophagotomie externe, sutures, vomissements ayant souillé la plaie, enlèvement des sutures, pansement au chloral, alimentation exclusive par lavements de peptones, guérison en 5 semaines. — M. **Polaillon** présente un cas de grossesse extra-utérine chez une femme de 26 ans, sur laquelle il pratiquait la salpingectomie pour ce qu'il croyait une salpingite; il a trouvé, libre dans la cavité péritonéale, un fœtus de 2 mois 1/2 mort depuis plusieurs mois; la trompe rompue contenait le placenta. Guérison. Certaines ovaro-salpingites simples ne seraient-elles pas causées par le développement anormal d'un œuf? — M. **J. Bæckel** (de Strasbourg) relate une observation de laparotomie pour occlusion intestinale chronique chez un homme de 30 ans. L'obstacle (dû à une torsion du mésocolon très allongé), enlevé, impossibilité (ce qui est assez fréquent), de réduire l'intestin: entérostomie de 6 centimètres qui permet l'évacuation des gazs et des matières, affaissement de l'intestin, suture intestinale, réduction de l'intestin, suture abdominale, guérison absolue en 15 jours, maintenue depuis 3 ans.

Séance du 6 mai 1890.

M. **Verneuil** fait une communication sur la grippe au point de vue chirurgical. Des faits observés pendant l'épidémie, il résulte: 1° que la grippe engendre des inflammations suppuratives, généralement peu graves primitivement, mais pouvant le devenir par propagation directe ou par infection purulente, devant être traitées par les moyens opératoires appropriés qui ont donné des résultats variables suivant l'état général du sujet; 2° qu'en dehors des opérations d'urgence, aucune autre opération ne doit être tentée avant rétablissement complet (dont l'époque, par suite de la longue convalescence et des rechutes fréquentes et graves, est difficile à préciser), en raison des accidents mortels observés, même pour des opérations peu graves, dans le cours de cette période; 3° que la grippe, à titre de maladie intercurrente, semble exercer une influence pyogénique sur les blessures et opérations; ce dernier point, les opinions des chirurgiens ne concordant pas, demande à être élucidé par de nouvelles observations. — MM. Van den Corput (Bruxelles) et Moncorvo (Rio) sont élus membres correspondants étrangers.

Dr De Lavarenne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 avril 1890.

M. **Charrin** a cherché à déterminer d'une façon précise l'influence que la vaccination du sujet exerce sur le développement du virus inoculé. Il a constaté qu'après inoculations de quantités égales de virus, cette quantité diminuait graduellement chez le sujet vacciné, tandis qu'elle augmentait indéfiniment chez le sujet non vacciné. Mais en outre, il vient de constater, en observant le bacille pyocyanique, une modification dans la qualité même du virus; en effet, quand ce bacille a passé par un organisme vacciné, il est devenu, au moins temporairement, incapable de produire de la pyocyanine dans ses cultures. — M. **Féré** a étudié la toxicité de l'urine des épileptiques; il a constaté, pour l'urine sécrétée pendant les heures précédant un accès,

une augmentation du pouvoir toxique, mais surtout du pouvoir convulsivant, l'urine diurne pouvant alors contrairement à la règle se montrer beaucoup plus convulsivante que l'urine de la nuit. Au cours de ses expériences, il a noté chez plusieurs lapins des accidents trophiques à longue échéance. — MM. **Gilles de la Tourette** et **Cathelineau** ont trouvé que l'hypnotisation diminue la quantité de tous les excreta urinaires en même temps que la quantité de l'urine. — M. **Georges Pouchet** signale le fait suivant : on observe des Copépodes qui continuent à vivre et à se mouvoir même avec agilité, malgré la présence dans leur organisme de parasites énormes par rapport à leur taille. — M. **Charpentier** a constaté que l'appréciation du poids soulevé par une main est influencée par l'effort que l'autre main exerce au même moment. — M. **Verdin** présente un sphygmographe à transmission perfectionné.

Séance du 3 mai 1890

M. **Féré** a essayé sans succès l'élongation des nerfs dans trois cas d'hémichorée. — M. **Onanoff** signale l'intérêt que présente comme moyen de diagnostic le réflexe bulbo-caverneux, c'est-à-dire la contraction brusque des muscles ischio et bulbo-caverneux produite par une excitation mécanique du gland. Il indique le procédé d'exploration de ce réflexe et ses variations en rapport avec l'état de la moelle. — M. **Jules Mascarel** a obtenu d'excellents effets dans le traitement de la paralysie faciale périphérique, en excitant par un courant faradique faible successivement les diverses branches du facial ; une aiguille de platine est piquée dans la direction du trou stylomastoïdien, l'autre électrode est piquée successivement dans les diverses régions de la face. — M. **Charpentier**, sur ses expériences relatives à la sensation du poids, construit une théorie physiologique de la sensation de l'effort. — M. **Poncet** a étudié la teneur en micro-organismes de l'eau de la source de la Grande-Grille (Vichy). La quantité de germes contenue dans l'eau recueillie à la source est de 4 à 9 par centimètre cube ; l'eau conservée en bouteilles en renferme environ 1500 pour le même volume. — M. **Roger** a fait des expériences pour déterminer l'influence des paralysies vaso-motrices sur l'évolution de l'érysipèle chez le lapin. Si on arrache le ganglion cervical supérieur d'un côté, l'oreille du côté lésé paraît d'abord plus atteinte que l'autre, mais elle guérit plus vite et mieux. M. Roger a constaté directement que la section du sympathique accroît notablement la diapédèse ; c'est donc probablement à un phagocytisme actif qu'il faut attribuer les phénomènes. — M. **Phisalix** distingue deux sortes de glandes cutanées chez la salamandre terrestre ; les unes, spécifiques à réaction acide, les autres muqueuses à réaction alcaline. M. **Gilbert** est élu membre de la Société.

L. Lapicque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 mai 1890.

M. **Paul Janet** communique les résultats de ses recherches sur l'aimantation transversale des conducteurs magnétiques (1). Un courant qui traverse un corps à trois dimensions donne naissance à un champ magnétique qui comprend aussi bien l'intérieur que l'extérieur du conducteur ; si ce conducteur est magnétique, il peut s'aimanter ; M. Janet a traité par le calcul cette question compliquée, et est arrivé à des résultats très généraux et très intéressants ; dans le cas particulier des cylindres circulaires ou elliptiques, il est parvenu à résoudre complètement le problème. Il projette les spectres obtenus 1° avec un conducteur cylindrique de section circulaire ; dans ce cas les lignes de force sont circulaires, aucun phénomène magnétique ne se manifeste à l'extérieur, mais si la barre est coupée en deux par une section longitudinale, on peut mettre en évidence les extrémités libres des filets solénoïdaux ; 2° avec un conducteur cylindrique de section elliptique ; dans ce cas il existe une distribution superficielle du magnétisme sur le contour du cylindre. — M. **L. Poincaré** fait au nom de M. **Mathias** une communication sur la chaleur de vaporisation des gaz liquéfiés ; il décrit les expériences dont la *Revue* a rendu compte dans son dernier numéro (page 245).

Lucien Poincaré.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séances du 28 mars et du 11 avril 1890.

M. **Wladesco** a retiré des produits supérieurs des esprits de bois diverses acétones parmi lesquelles la méthyléthylacétone et la méthylpropylacétone. — M. **Klobb** décrit des permanganates doubles d'ammoniaque et de divers métaux. — M. **Cloez** a constaté que l'acide oxytétrique est identique à l'acide mésaconique. — M. **F. Jean** présente un nouvel appareil, l'oléoréfractomètre qui permet de différencier les diverses huiles et graisses d'après leurs indices de réfraction. — M. **Couturier** a obtenu le dipropylène $C^6 H^{10}$ par l'action de l'acide sulfurique concentré sur la pinacone. — M. **Genvresse** a étudié des dérivés bromés et chlorés de l'éther carbacétique. — M. **Carnot** indique les détails du dosage du manganèse par précipitation au moyen de l'eau oxygénée, ainsi que de la séparation du nickel et du cobalt par le même réactif.

Séances du 25 avril et du 3 mai

M. **Lespieau** présente un ébullioscope permettant de déterminer les poids moléculaires d'après la méthode de M. Raoult. — M. **Gorgue** décrit de nouvelles expériences relatives à l'action de l'eau oxygénée sur le protoxyde de manganèse. — M. **Genvresse** a obtenu des combinaisons de l'acétylacétone avec les aldéhydes. — M. **Béhal** décrit un isomère de la chloralimide. — M. **Monnet** envoie une note et des échantillons d'une nouvelle matière colorante, la cyclamine. — M. **Villon** indique un procédé pour la décoloration des tannins industriels. — M. **Ehrmann** expose des idées nouvelles sur la constitution des matières colorantes phénoliques ou quinoliques. — M. **Zune** présente un réfractomètre destiné à l'étude des corps gras.

Dr Hanriot.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 24 avril

Sciences physiques. — M. **W. N. Shaw** décrit un dispositif qu'il a imaginé pour étudier l'écoulement de l'air et qui est analogue au dispositif du quadrilatère de Wheatstone pour l'étude de l'écoulement de l'électricité. L'appareil consiste en deux boîtes pleines d'air réunies par un tube. A l'intérieur est placé un indicateur qui se compose de deux très petites aiguilles à coudre plantées parallèlement dans un morceau de moelle de sureau ; les aiguilles portent de très légères plaques de talc à l'une de leurs extrémités, le tout est en équilibre sur la pointe d'une aiguille très fine et constitue ainsi un indicateur très sensible des courants d'air. Le courant d'une boîte à l'autre est produit par un brûleur à gaz ; les variations de ce courant correspondent à ceux de la force électromotrice d'une batterie ; l'ouverture du circuit du galvanomètre correspond à l'ouverture du tube qui réunit les deux tubes, lorsqu'aucun courant ne traverse le galvanomètre, il n'y a pas d'écoulement d'air dans ce tube, ce qu'on peut aisément constater à l'aide de l'indication décrite ci-dessus. M. Shaw a comparé les effets d'une ouverture circulaire et d'une ouverture rectangulaire et il a constaté que la loi de la proportionnalité des accès se vérifiait. Il a également démontré expérimentalement que l'absence d'écoulement est indépendante de la hauteur totale. — M. **Shelford Bidwell** expose les effets de la tension sur

(1) Ces recherches ont été présentées comme Thèse à la Faculté des sciences de Paris ; la *Revue* donnera une analyse du mémoire de M. Janet.

les changements magnétiques de longueur des fils de fer, de nickel et de cobalt. En 1886, il avait communiqué à la Société quelques expériences relatives aux allongements et aux contractions magnétiques des fils de fer sous tension. (Proc. Roy. Soc. n° 243,257). Il donne maintenant les résultats d'une série d'expériences où ont été déterminés d'une manière continue les changements de longueur subis par un fil de fer tendu pendant que la force magnétique croissait graduellement depuis une valeur très petite jusqu'à 375 unités c. g. s. environ. Des expériences semblables ont aussi été faites sur un fil de nickel et sur une bande mince de cobalt, métaux qui n'avaient jamais été étudiés sous tension. L'auteur a constaté que la tension diminue l'allongement magnétique du fer et que si la force magnétique est plus petite, la contraction se produit sous l'influence de la tension. Dans les champs faibles la contraction magnétique du nickel est diminuée par la tension. Dans les champs de plus de 140 ou 150 unités, la contraction en est augmentée par la tension jusqu'à un point critique qui dépend de la force du champ : elle diminue pour les tensions plus fortes. La contraction magnétique du cobalt (pour les champs magnétiques jusqu'à 500 unités c. g. s. et les pressions qui vont jusqu'à 772 kg. par cent. carré) n'est pas sensiblement modifiée par la tension. — **M. C. V. Boys** expose ses recherches sur la chaleur de la lune et des étoiles. Le radio-micromètre qu'il a construit (V. pour sa description *Philosophical transactions* 1889) possède une grande supériorité sur toutes les piles thermo-électriques pour la mise en évidence et la mesure des petites quantités de chaleur ; il vient de l'utiliser pour l'étude de la chaleur de la lune et des étoiles ; il a construit pour cet usage un télescope (le miroir de verre argenté a 16 pouces d'ouverture, 67-8 pouces de foyer) disposé de telle sorte, que quelle que soit la direction dans laquelle il est pointé, le foyer des rayons émanés d'une étoile se trouve toujours à la surface réceptrice du radio-micromètre. M. Boys a constaté que dans le cas de la nouvelle lune, la chaleur va diminuant depuis le voisinage du bord convexe jusqu'au bord concave et que la partie sombre ne rayonne pas d'une quantité de chaleur sensible au radio-micromètre. Des résultats analogues ont été obtenus pour la lune à son premier quartier; le maximum de chaleur se trouve sur le disque même de la lune et non sur le limbe. A la pleine lune, ce maximum est au centre : et le côté de la lune qui a été exposé au soleil de 7 à 14 jours n'est pas plus chaud que celui qui a été seulement exposé de 0 à 7 jours. M. Boys n'a observé aucune déviation de l'aiguille dans les nombreuses expériences qu'il a faites sur les planètes et les étoiles : et cependant le radio-micromètre est sensible à la flamme d'une bougie placée à 3,084 yards.

Séance du 1er mai 1890.

1° Sciences physiques. — **M. J. Hopkinson** a étudié les propriétés magnétiques de divers alliages de nickel et de fer, dont voici la composition centésimale :

	Ni	C	Mn	S	P	Si
A...	0.97	0.42	0.58	0.03	0.04	
B....	4.7	0.22	0.23	0.014	0.03	traces
C...	4.7	0.27	0.57	0.03	0.04	
D...	22.0					
E...	24.5	0.27	0.85	0.01	0.04	0.02
F...	30.0					
G...	33.0	0.28	0.50	0.01	0.02	
H...	73.0	0.18	0.30	0.01	0.01	

Les expériences faites sur l'échantillon A à diverses températures ont montré que la force coercitive est plus considérable et le maximum d'induction plus élevé que dans le fer à peu près pur. L'échantillon B présente deux températures critiques, l'une où il cesse d'être magnétique si la température s'élève, l'autre 150° C. au-dessous de laquelle il redevient magnétique. Entre ces deux températures, la substance peut exister à l'état magnétique ou à l'état non magnétique. L'échantillon C présente les mêmes caractères, mais à une température plus basse. L'échantillon D n'a pas été examiné en aussi grand détail, mais ses propriétés magnétiques sont analogues à celles de l'alliage E. Cet alliage qui a été étudié depuis des températures inférieures à 0° jusqu'à 580° C. peut exister à deux états qui sont stables tous deux, l'un magnétique, l'autre non magnétique. Il passe de l'état non magnétique à l'état magnétique, si la température s'abaisse un peu au-dessous de 0 ; la substance ne peut passer de l'état magnétique à l'état non magnétique que si la température s'élève à 580° C. Le passage de l'état magnétique à l'état non magnétique a lieu à basse température pour l'échantillon F, la substance a des caractères magnétiques très différents de ceux de l'échantillon E. Pour l'échantillon G les températures de changement d'état sont très voisines l'une de l'autre. La température critique de l'échantillon H est à 600° et elle est la même pour l'abaissement ou pour l'élévation.

2° Sciences naturelles. — Le prof. **J. Burdon Sanderson** a étudié à l'aide de la photographie la durée des phénomènes qui se produisent dans le muscle pendant la période d'excitation latente. Il s'est servi pour cette étude des muscles gastrocnémiens et sartorius de la grenouille. Les expériences faites sur ce dernier muscle ont démontré que l'intervalle entre l'excitation et le commencement de la contraction est de $\frac{1}{400}$ de seconde. On ne s'est servi du muscle gastrocnémien que pour la mesure du retard de l'excitation indirecte : l'intervalle entre l'excitation et le commencement de la contraction varie de 0,0025 à 0,0035 de seconde. Dans le muscle la réponse électrique commence à 0,004 seconde et est au maximum à environ 0,012 seconde après l'excitation le nerf étant excité à 12 mm. du muscle. Si l'on déduit le temps de la transmission le long du nerf, on voit que le temps qui s'écoule entre l'excitation et la réponse est de 0,0035 seconde. La réponse électrique est donc contemporaine de la réponse mécanique, elle ne la précède pas. — **MM. Charles A. Ballance et S. G. Shattock**, présentent une note sur des recherches expérimentales sur la pathogénie du cancer; la méthode qu'ils emploient consiste à rechercher s'il existe dans les tumeurs malignes un micro-organisme que l'on puisse cultiver artificiellement. Les résultats sont jusqu'à présent négatifs, mais les expériences sont continuées. Il se peut cependant que le parasite n'appartienne pas au groupe des protophytes, mais à celui des protozoaires et dans ce cas on s'expliquerait aisément les difficultés de la culture artificielle. — **Le Dr A. M. Patterson** a étudié le développement du système nerveux sympathique chez les mammifères; il a fait porter ses recherches sur des embryons de rat, de souris, de lapins, et sur des embryons humains. Il a commencé ses recherches à ce moment du développement ou le système sympathique est bien visible. Les principales conclusions auxquelles il est arrivé sont que le système sympathique chez les mammifères est d'origine mésoblastique, qu'il se forme *in situ* dans le tissu cellulaire qui entoure l'ascite embryonnaire, et qu'il est d'abord entièrement indépendant du système nerveux cérébro-spinal. Il est d'abord uniforme et sans segments et ressemble sous ce rapport aux organes qui se trouvent dans l'aire viscérale, le système vasculaire et le système digestif avec lesquels il affecte d'étroites relations tant au point de vue des fonctions qu'à celui de la structure. Ce n'est que secondairement qu'il s'unit à certains nerfs spinaux grâce au développement des derniers des *rami communicantes* blancs; il présente alors des ganglions irrégulièrement dispersés. De la tige principale naissent des prolongements qui forment les nerfs périphériques non médullaires, les plexus, et les ganglions, ainsi que les portions médullaires des corps surrénaux.

Richard A. Grégory.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 18 avril 1890.

Le professeur **Rücker** communique les résultats des mesures magnétiques qu'il a récemment effectuées en collaboration avec M. Thorpe. Ce mémoire a déjà été lu à la Société royale de Londres et la *Revue* en a rendu compte (p. 250). — M. **Whipple** fait remarquer le grand intérêt de ce travail, qui signale pour la première fois une relation entre la déviation magnétique et la constitution géologique. — M. **Bla Kesley** lit un mémoire de M. **Osmond** sur une théorie du magnétisme permanent. L'auteur établit que le fer existe sous deux états physiques différents : l'un doux ou fer α, l'autre dur ou fer β. La variété β n'est pas magnétique, on l'obtient par échauffement, martelage à froid, ou électrolyse, tandis que la variété α se produit par un recuit prolongé. M. Osmond considère une barre d'acier comme constituée par un mélange intime des deux variétés, le fer β formant une sorte de canevas non magnétique entremêlé de molécules de fer α polarisables et mobiles. Après le déplacement produit quand on place la barre dans un champ magnétique, les molécules polarisées ne reprendront pas leur position, empêchées qu'elles seront par le canevas formé du fer β ; on obtiendra ainsi un aimant permanent. La méthode graphique permet d'établir que le magnétisme permanent sera maximum, quand les deux variétés seront en égale quantité. Si la proportion de carbone ou de manganèse est considérable, tout devra se passer comme s'il n'y avait plus que la variété β, et l'acier ne sera pas magnétique. — M. **Schwinburne** dit que la théorie proposée devrait rendre compte de l'augmentation d'induction qui se produit quand le circuit d'un aimant permanent est fermé. D'après des expériences récentes qu'il a effectuées, la perméabilité dans une certaine direction est différente, après l'aimantation de ce qu'elle était auparavant, dans une direction perpendiculaire à la première. — M. **Ayrton** fait remarquer que la théorie de M. Osmond n'explique pas l'influence considérable que produit sur l'aimantation du fer la présence d'une proportion, même très petite, de tungstène.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 avril 1890

MM. **Thorpe et Tutton** : *Oxyde phosphoreux.* Les auteurs ont repris soigneusement l'étude de l'oxyde phosphoreux; leurs résultats sont les suivants. L'oxyde phosphoreux fond à 22°,5. Il se volatilise sans altération dans une atmosphère d'acide carbonique ou d'azote à 173°, il cristallise par fusion dans le système monoclinique. Le poids moléculaire déduit de la densité de vapeur et de la méthode de congélation de Raoult conduit à la formule P^4O^6. L'eau froide agit lentement sur l'oxyde phosphoreux, contrairement à l'opinion reçue. Au bout de plusieurs jours il ne s'est dissous qu'une petite quantité du corps donnant naissance à de l'acide phosphoreux PO^3H^3. L'eau chaude agit très violemment, en donnant naissance à du sous-oxyde rouge, de l'acide phosphorique et du phosphure d'hydrogène spontanément inflammable. Les alcalis agissent d'une façon analogue. Avec l'alcool on obtient de l'acide diéthylphosphoreux d'après l'équation :

$$P^4O^6 + 8(C^2H^5OH) = 4P \left\{ \begin{matrix} OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \\ OH \end{matrix} \right. + 2H^2O$$

L'oxyde phosphoreux se transforme spontanément à l'air en anhydride phosphorique et l'oxydation est rendue apparente, sous de faibles pressions, par la production d'une traînée lumineuse. L'oxyde fondu brûle avec beaucoup d'éclat dans l'oxygène. Par suite de cette action il peut se produire des explosions assez violentes dans la distillation de l'oxyde phosphoreux. L'oxyde phosphoreux possède une action physiologique très marquée, et c'est probablement à lui que l'on doit rapporter l'action du phosphore sur la fonction glycogénique du foie, ainsi que la carie de la mâchoire qu'on rencontre chez les ouvriers employés à la fabrication des allumettes. — M. **A. Pedler** : *Action du chlore sur l'eau en présence de la lumière et action de la lumière sur certains composés acides du chlore.* Ces expériences ont été faites à Calcutta où l'intensité de la lumière est telle qu'une solution aqueuse de chlore, entre en effervescence quand on l'expose au soleil. La combinaison du chlore avec l'hydrogène se produit d'autant plus rapidement que la solution est plus étendue. Quand il y a moins de 100 molécules d'eau pour une de chlore, l'action est à peine sensible, même au soleil des tropiques. Une dissolution très étendue (à environ 700 molécules d'eau pour une de chlore) donne à la lumière solaire la réaction

$$2H^2O + 2Cl^2 = O^2 + 4HCl;$$

à la lumière diffuse il se forme de l'acide hypochloreux et de l'acide chlorique. — M. **A. Pedler** : *Note sur l'explosion de l'hydrogène sulfuré et du sulfure de carbone avec l'air et l'oxygène.* Dans l'explosion d'un mélange d'air et de vapeur de sulfure de carbone, une portion de l'azote peut être oxydée et il se forme divers composés, entre autres des cristaux des chambres de plomb. — M. **A. Pedler** : *Action de la lumière sur le phosphore : quelques propriétés du phosphore amorphe.* — **F. S. Kipping**. *Action de l'anhydride acétique sur les acides gras.* L'auteur a pu obtenir par l'action de l'anhydride phosphorique sur l'acide stéarique l'acétone stéarique et avec l'acide heptylique la dihexylacétone $(C^6H^{13})^2CO$.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 20 mars 1890

M. **Kronecker** : Sur la théorie des fonctions elliptiques.

Séance du 27 mars 1890.

M. **Klein** expose une méthode pour l'examen des propriétés optiques de cristaux entiers ou de fragments de cristaux. Il les enveloppe d'une résine ou d'un baume ayant sensiblement la même réfrangibilité que les cristaux à examiner.

Séance du 10 avril 1890.

M. **de Bezold** expose quelques théorèmes sur la thermodynamique de l'atmosphère. Il s'occupe en premier lieu de l'influence exercée par le mélange de couches d'air à des températures différentes et presque saturées de vapeur d'eau, sur la formation des brouillards et des nuages. Hutton avait attribué à ce phénomène une influence trop grande, Wettstein l'avait trop négligée. Hann avait démontré l'influence du mélange, mais en même temps il prouvait que l'expansion adiabatique joue un rôle plus considérable. D'après M. Bezold des considérations thermodynamiques, basées sur des méthodes graphiques, démontrent que le mélange d'air chaud saturé de vapeur d'eau, avec de l'air froid non saturé, peut causer beaucoup plus facilement des condensations que celui d'un courant d'air froid saturé de vapeur d'eau avec une couche d'air chaud non saturé. Les quantités d'eau condensée sont très petites; l'action des expansions adiabatiques et du refroidissement direct l'emporte de beaucoup. Si l'on mêle, par exemple, sous une pression de 700 mm., de l'air à 0° et à + 20° saturé de vapeur, on n'obtient que 0,75 gr. d'eau pour chaque kg. du mélange qui aura une température finale de + 11°. Un refroidissement direct de + 20° à + 19°, 2, ou de + 20° à + 18°,4 par une expansion adiabatique, suffirait pour produire la même quantité d'eau. Si l'air contient des particules d'eau suspendues, une évaporation et un abaissement de température peuvent se produire sous l'influence d'un courant d'air chaud. Si l'air est saturé mécaniquement mais non hygroscopiquement, l'abaissement peut se produire, même si l'air chaud qui entre est sa-

turé de vapeur. Si au contraire l'air froid est aussi saturé de vapeur, l'air chaud qui entre doit être sec. Il faut en conclure que des mélanges d'eau liquide et d'air non saturé doivent se refroidir, et que ce refroidissement doit être d'autant plus sensible que l'air est plus éloigné de son point de saturation, et que la quantité d'eau est plus grande. C'est ce qui explique que la couche limite d'un brouillard ou d'un nuage se dissolve à une température plus basse que les couches supérieures ou inférieures à cette limite ; ce fait a été observé à plusieurs reprises dans des voyages en ballon. Dr HANS JAHN.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 18 avril 1890.

M. **Planck** expose les résultats de ses calculs sur la différence de potentiel entre des électrolytes binaires. Il suppose que les molécules dissoutes ne sont soumises qu'aux forces osmotiques et électrostatiques. Les solutions sont tellement diluées que toute action chimique est exclue. D'après les recherches de Kohlrausch, les ions ont des mobilités spécifiques. Il pose cette mobilité pour

$$K = 52, \ Na = 32, \ Li = 24, \ H = 272, \ Cl = 54.$$

Supposons à présent une solution d'acide chlorhydrique en contact avec de l'eau pure. Les ions positifs c'est-à-dire l'hydrogène, émigreront à cause de leur plus grande mobilité, de sorte qu'une charge électrostatique se forme, chaque gramme d'hydrogène emportant avec lui 9628 unités d'électricité. Grâce à cette charge électrostatique il y a une attraction exercée sur les particules du chlore restées en arrière, qui se manifestera par une différence de potentiel. D'après les calculs de Planck cette différence de potentiel entre deux solutions contenant un nombre quelconque de substances est donnée par la formule :

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (0{,}02507 \log \xi) \text{ volt},$$

ξ dépend du rapport des concentrations totales des ions de même charge, donc du rapport des deux sommes :

$$c_1 + c_2 + c_3 + \ldots = C_1$$
$$c' + c'' + c''' + \ldots = C_2.$$

Posant pour l'énergie totale et le volume total des ions positifs U_1 resp. V_1 et les mêmes grandeurs avec l'indice 2 pour les ions négatifs, nous aurons :

$$\frac{\log \frac{c_2}{c_1} - \log \xi}{\log \frac{c_2}{c_1} + \log \xi} \cdot \frac{c_2 \xi - c_1}{c_2 - c_1 \xi} = \frac{u_2 \xi - u_1}{v_2 - v_1 \xi}.$$

Si C_1 est égal à C_2 nous aurons :

$$\xi = \frac{u_1 + v_2}{u_2 + v_1}$$

Et si, en outre, nous supposons que dans chaque solution il n'y a qu'une substance dissoute et que les deux substances ont le même anion, nous aurons :

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 0{,}02507 \log \frac{u_1 + v_1}{u_2 + v_1}.$$

Planck a comparé les valeurs calculées d'après cette formule avec les différences de potentiel que Nernst a observées directement :

	Observation	Calcul
H Cl | N Cl....	+0.0284	+0.0282
H Cl | NaCl....	+0.035	+0.034
H Cl | Hi Cl....	+0.040	+0.0358
Na Cl | NaCl....	+0.0040	+0.0052
Na Cl | Hi Cl....	+0.0069	+0.0077
Na Cl | Hi Cl....	+0.0025	+0.0024

La concordance entre les deux colonnes est en effet surprenante. Dr HANS JAHN.

SOCIÉTÉ DE PHYSIOLOGIE DE BERLIN

Sance du 25 avril 1890.

M. **J. F. Heymans** : Sur les fibres myéliniques et amyéliniques. Des nerfs fixés par l'acide osmique ne se décolorent plus ni par l'alcool à froid ou à chaud ni par l'éther ; la myéline ou lécithine est demeurée insoluble, le protagon et la cholestérine au contraire se dissolvent encore dans l'alcool à chaud. Les fibres nerveuses fixées ainsi par l'osmium et desquelles le protagon et la cholestérine ont été extraits ne présentent pas de réseau dans la gaine myélinique ; la lécithine n'imprègne donc pas seulement les trabécules du réseau névrokératinique. Les nerfs de la rate chez les ruminants, les nerfs cardiaques sympathiques du chien, les rameaux périphériques du ganglion cervical supérieur du lapin sont constitués presque exclusivement par des fibres myéliniques. Les *rami communicantes* sont formés exclusivement par des fibres myéliniques et celles-ci perdent la myéline au niveau des cellules ganglionnaires. D'après l'auteur les fibres amyéliniques sont rectilignes et sans anastomoses entre elles ; elles sont constituées par une partie cylindre-axile homogène, entourée d'une gaine protoplasmatique qui est probablement close à sa périphérie par une membrane limitante. La fibre amyélinique ne se noircit pas par l'acide osmique et ne donne pas directement dans l'eau des formations myéliniques. Les fibres du nerf olfactif du brochet sont toutes amyéliniques et constituées probablement d'après le même type que les fibres amyéliniques du système sympathique. — M. **W. Corol** de New-York communique les résultats d'une étude comparée qu'il a faite sur les manomètres de Fick, de Gad, de Hürthle et de l'auteur. Le manomètre de Hürthle est un tambour de Marey en petit ; celui de Fick, un petit tambour de Marey avec un ressort métallique ; celui de Gad un petit tambour de Marey dans lequel la membrane de caoutchouc est remplacée par une membrane métallique ; celui de Corol un tube de caoutchouc entouré de fil de soie. La pression sanguine moyenne, les variations respiratoires ainsi que les variations périodiques du sigmographe de Mayer s'enregistrent facilement par ces manomètres, comme elles l'étaient déjà par le manomètre à mercure. Mais les manomètres inscriraient en outre fidèlement les différentes phases de la variation de la pression qui accompagne l'onde sanguine. A ce point de vue des expériences de contrôle, dans lesquelles des variations de pressions connues furent produites avec des vitesses connues, démontrèrent que le manomètre de Gad donne des courbes exactes dans une plus grande étendue que les autres manomètres. Toutefois l'appareil qui enregistrerait exactement à chaque moment la pression qui existe dans une artère traversée par les ondes sanguines, est actuellement encore à construire. Les expériences de M. Corol démontrent en outre qu'en principe la transmission par l'air, quand il s'agit de variations brusques de la pression, est supérieure à celle par des liquides. J. F. HEYMANS.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 17 avril 1890.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **E. Weiss** discute les résultats de diverses observations sur la comète télescopique découverte par Brooks le 20 mars 1890. Des éléments calculés, il résulte que la comète atteindra au commencement de juin lors de son passage au périhélie son maximum d'éclat, quatre fois environ celui qu'elle avait au moment de sa découverte ; elle disparaîtra pendant l'automne au milieu des rayons solaires et reparaîtra de nouveau. Vers la fin de l'année et en janvier 1891, son éclat sera redevenu égal à l'éclat primitif. — Le **Dr Oppenheim** adresse des observations sur l'orbite de la comète 1846. VIII.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Anton Lampa** communique des remarques sur la théorie de l'électricité atmosphérique proposée par M. Arrhénius. Les recherches récentes relatives aux effets de la lumière ultra-violette sur les corps chargés d'électricité ont suggéré à M. Arrhénius une théorie de l'électricité atmosphérique. D'après lui, l'air atmosphérique serait rendu bon conducteur par une illumination de radiations ultraviolettes et l'électricité négative qui charge la surface de la terre pourrait s'écouler à travers l'air ainsi éclairé ; l'électricité des orages aurait pour origine une décharge semblable à celle que l'on observe avec un plateau de métal brillant chargé négativement et subitement éclairé. Cette ingénieuse théorie donne lieu à de nombreuses objections, les substances qui forment la surface terrestre ne sauraient être assimilées à des métaux brillants. Si on répète les expériences de décharge par l'illumination, en remplaçant le métal par divers minéraux ou végétaux, les résultats observés sont différents ; tandis qu'un éclairement de 5 secondes fait perdre complètement sa charge à un plateau de zinc, un éclairement de 30 secondes diminue à peine la déviation d'un électromètre mis en relation avec l'une des substances que l'on rencontre sur le sol. — M. **Albert von Obermayer** communique des expériences sur des effets de pression produits par des décharges électriques continues. Si l'on décharge par une ou plusieurs pointes l'électricité fournie par une machine à double influence, contre un plateau de cuivre vertical, on constate que lon peut maintenir sur ce plateau des feuilles de papier pesant jusqu'à 2.200 grammes. — M. J. **Hann** : Sur le maximum de pression de novembre 1889 dans le milieu de l'Europe, remarques générales sur les maxima barométriques. L'auteur a dressé des cartes des éléments atmosphériques ; il a utilisé particulièrement les résultats fournis par les nouvelles stations à grande hauteur sur les Alpes et aussi les données obtenues au Pic du Midi et au Puy-de-Dôme ; il discute en détail les observations, et en tire diverses conséquences relatives aux mouvements généraux de l'atmosphère ; en particulier il établit qu'il y a lieu de distinguer, comme le fait d'ailleurs M. Teisserenc de Bort, les cyclones et anticyclones dynamiques et thermiques. — M. **Grünvald** présente des considérations sur le spectre de l'hydrogène et sur la composition de l'hydrogène. Balner a montré que les longueurs d'onde d'une partie des radiations du spectre de lignes de l'hydrogène ($H\alpha, H\beta, H\gamma, H\delta, \ldots$) sont liées par une relation simple :

$$\lambda = h \frac{m^2}{m^2 - 4} \quad (m = 3, 4, 5, 6, \ldots)$$

h étant une constante indépendante de m ; si l'on pose $m = n + 2$, on voit que l'on aura

$$\frac{1}{\lambda_1} : \frac{1}{\lambda_2} : \frac{1}{\lambda_n} \ldots : \frac{1}{\lambda_n} : \ldots = 1 - \frac{4}{3^2} :$$

$$: 1 - \frac{4}{4^2} : 1 - \frac{4}{5^2} : \ldots : 1 - \frac{4}{(n-2)^2} \ldots$$

Si l'on admet que cette relation entre les longueurs d'onde correspond à une relation analogue relative au groupement des atomes qui constituent la molécule d'hydrogène, on arrive à une idée simple sur la constitution de cette molécule. On peut aussi conclure de là des conséquences sur la constitution des constellations, en supposant une analogie entre la disposition des étoiles qui les constituent, et la disposition des atomes formant la molécule. — M. **H. Paschkis** et **A. Smitu** étudient la *Lobeline*. C'est un alcaloïde huileux qui s'extrait du *Lobelia inflata*. On fait digérer la plante dans de l'eau acétifiée à une douce chaleur, puis on concentre et l'on filtre, on obtient un corps ayant la saveur du tabac. De l'étude des composés, particulièrement des sels fournis par cet alcaloïde, les auteurs concluent que l'on doit ranger la lobéline, dans la série aromatique. — M. **Tschermak** communique des considérations sur le groupe des chlorites. Il a étudié cristallographiquement et optiquement ces minéraux ; il confirme les vues émises par M. Mallard sur l'unité de cristallisation des chlorites et montre l'analogie avec la forme de la Biotite.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Janosic** adresse un mémoire intitulé : « Remarques sur le développement du système génital. »

Emil WEYR, Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 4 mai 1890.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Tacchini** a réuni en quatre tableaux trimestriels les valeurs de la fréquence relative de tous les phénomènes solaires observés pendant l'année 1889. Les deux hémisphères du soleil ont été divisés en zones de dix en dix degrés ; les moyennes concernent les protubérances, les facules, les taches et les éruptions solaires. On reconnaît de cette manière que les phénomènes solaires furent toujours plus fréquents dans l'hémisphère austral, avec cette particularité, que la zone du maximum des protubérances reste toujours entre les parallèles — 40° et — 50°. Les protubérances se montrèrent à des latitudes élevées, où l'on n'observe jamais ni facules, ni taches, ni éruptions. On trouve encore des zones qui présentent seulement des facules, tandis que dans les zones des taches, les facules ne manquèrent jamais. — M. **Millossevich** entretient l'Académie de l'orbite de la petite planète (264) Libussa, orbite qu'il avait déjà calculée en deux oppositions ; dans la troisième opposition il a retrouvé la planète très peu éloignée du lieu qu'il lui avait assigné par le calcul. M. Millossevich donne les corrections à apporter aux éléments de la planète, en tenant compte des perturbations causées par Jupiter et par Saturne sur son mouvement. — M. **Bianchi** : Sur une classe de groupes fuchsiens, réductibles en groupes modulaires. — M. **Marcolongo** : Sur les géodétiques tracés sur les quadratiques qui n'ont pas de centre. — M. **Ciani**. Sur les surfaces algébriques symétriques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Oddone** donne la description des expériences qu'il a faites à l'Institut de Physique de Rome pour déterminer si les liquides diélectriques changent de volume, comme M. Quincke l'avait annoncé sous l'action des forces électriques. M. Oddone s'est servi de l'appareil de M. Quincke légèrement modifié ; il produisait l'électrisation des liquides avec une machine de Holtz, ou avec la décharge d'une batterie, et il examinait les variations du liquide contenu dans un tube capillaire, à l'aide d'un microscope à micromètre oculaire. Les liquides soumis à l'électrisation furent les huiles de colza, d'amandes et d'olive, l'éther, le chloroforme. Or les recherches de M. Oddone démontrent que, sous l'action des forces électriques, les liquides ne changent pas de volume ; les dilatations que l'on peut observer, sont causées par la chaleur produite, soit par les polarisations successives des molécules en mouvement, soit par le passage de l'électricité à travers un diélectrique imparfait. — MM. **Ciamician et Silber**, qui avaient déjà publié leurs recherches sur l'apiol, montrant son analogie avec le saphrol, décrivent dans une nouvelle note les analogues que l'apiol présente avec l'eugénol et les transformations de ces trois substances traitées avec de la potasse alcoolique ; transformations que MM. Ciamician et Silber ont découvertes en même temps que M. Eykmann, dont les travaux ont été communiqués à la Société chimique de Berlin. — M. **Magnanini**, poursuivant ses recherches sur la conductibilité des solutions d'acide borique en présence de mannite, établit que dans ces solutions il existe une combinaison acide des deux substances, dans le rapport de trois molécules d'acide borique pour une molécule de mannite. Cette combi-

naison existe seulement en présence de ses produits de décomposition, et elle est dissociée par l'eau. La quantité est fonction, à température constante, du volume et des quantités d'acide borique et de mannite mises en présence, et elle reste déterminée pour ces substances par les lois de l'équilibre chimique. De manière que des quantités différentes d'acide borique et de mannite étant données, dissoutes dans un certain volume d'eau, la conductibilité électrique reste déterminee par les mêmes lois. C'est un résultat intéressant parce qu'il permet une nouvelle application de la conductibilité électrique des solutions à l'étude de leur constitution. — M. **Angeli** rapporte les réactions qui lui ont permis d'obtenir la diméthyléthylène-diamine, substance isomère de la tétraméthylène-diamine ; et dans une deuxième note il s'occupe des produits de condensation de l'α-acétylpyrrol avec le benzyl. — MM. **Zatti et Ferratini** communiquent leurs recherches sur les dérivés acétiliques de l'indol. — M. **Costa** a déterminé, à l'aide de la méthode cryoscopique de Raoult, le poids moléculaire du bichlorure de soufre. Il a trouvé, avec des solutions dans l'acide acétique et dans le benzol, que le poids moléculaire correspond parfaitement à la formule SCl^2. De cette manière ne peut plus subsister la supposition que le bichlorure de soufre ne soit autre chose qu'une solution de chlore dans le protochlorure. M. Costa a déterminé encore le pouvoir de réfraction du bichlorure de soufre, et a trouvé que le soufre et le chlore présentent la même réfraction atomique, autant dans le protochlorure que dans le bichlorure.

3° Sciences naturelles. — M. **Magini** appelle l'attention des savants qui s'occupent de biologie, sur un nouveau fait histologique qu'il a découvert dans le lobe électrique de la torpille adulte. M. Magini a vu que toutes les grandes cellules nerveuses motrices présentent le karioplasme et le nucléole déplacés d'une manière excentrique, et orientés précisément dans la direction des nerfs électriques ; tandis que dans les torpilles très jeunes (dont le lobe et l'organe électrique ne sont pas encore complètement développés) les cellules motrices présentent le karioplasme et le nucléole au centre même de la cellule. Ces faits ont conduit l'auteur à penser que le déplacement des cellules motrices et du lobe électrique coïncide avec le commencement de l'excitation. Il a étudié les cellules motrices nerveuses de la moelle épinière de plusieurs animaux (chiens, chats, grenouilles) empoisonnés avec des narcotiqnes (morphine, éther, chloroforme) ou avec des excitants énergiques (strichnine, courants électriques) et il a reconnu que dans les cellules des animaux narcotisés se trouvent en plus grand nombre les nucléoles centraux tandis que dans les cellules motrices des animaux violemment excités on trouve, au contraire, plus nombreux les nucléoles excentriques. M. Magini ajoute des observations sur ces faits et sur la relation qu'ils peuvent avoir avec la fonction de certaines cellules.

Ernesto Mancini.

COURRIER DE BERLIN

Notre compatriote M. Émile Berliner, Hanovrien récemment établi à Washington, vient d'apporter au phonographe un perfectionnement des plus intéressants. Il a cherché à construire un appareil destiné d'abord à enregistrer, puis à reproduire, en les *amplifiant*, tous les sons, — musicaux ou articulés.

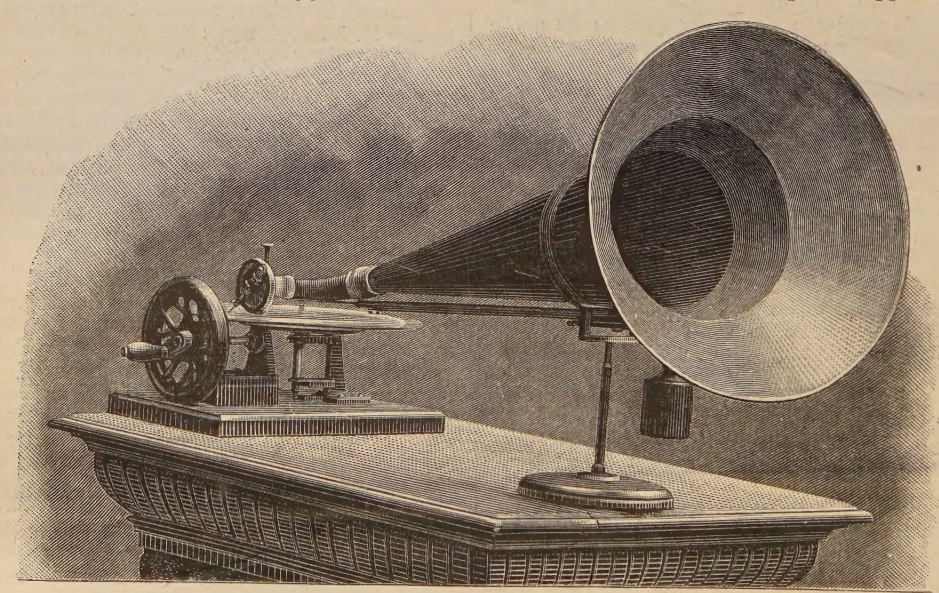


Fig. 1. — Appareil récepteur des sons. (On produit les sons à l'embouchure d'un cornet relié par un tube de caoutchouc à la membrane vibrante.)

Disons tout de suite que l'inventeur rend pleine justice à ses illustres devanciers Léon Scott, Charles Cros, Edison. Le phonautographe de Scott date de 1857. Cros émit en 1877 l'idée qu'on pourrait l'appliquer à faire vibrer et par conséquent chanter les membranes dont il aurait inscrit les vibrations (1). C'est ce principe aussi qui, après l'invention du téléphone Bell, a guidé Edison. M. Berliner s'est servi de cette idée fondamentale et l'a beaucoup développée. Il a imaginé, pour la rendre tout à fait pratique, de nombreuses dispositions qu'il est important de signaler.

Dans le phonographe d'Edison et le graphophone de Bell et Tainter, appareils à peu près identiques, la sur-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 3 décembre 1877.

face sur laquelle se produit l'inscription est un cylindre, — actuellement de cire, dans lequel le style de la membrane parlante trace un sillon plus ou moins profond. En outre cette surface même intervient pour fournir le travail mécanique nécessaire à la reproduction des sons. — Il en est autrement dans le *grammophone* imaginé par M. Berliner. En réalité cet appareil est double : il se compose d'un récepteur (fig. 1) et d'un système reproducteur (fig. 2), isolés l'un de l'autre et constituant deux instruments différents.

Cette disposition permet de ne demander au récepteur aucun travail mécanique appréciable : son rôle se borne à enregistrer la forme et l'amplitude des vibrations. Aussi la membrane parlante peut-elle être beaucoup plus mince, partant plus sensible que celle du phonographe. M. Berliner la fait en mica. Le style qu'elle commande est au contraire très dur : c'est un alliage d'osmium et d'iridium. Quant à la surface où se fait l'inscription, par cela même qu'elle n'a pas d'autre fonction, elle peut aussi être bien plus délicate que celle de l'appareil d'Edison. C'est, au lieu d'un cylindre de cire, une couche plane et parfaitement horizontale d'un vernis très fin déposé sur un disque de zinc. Ce disque est, au moyen d'une manivelle, animé d'un mouvement tel que le style y grave une spirale. Les spires produites pendant qu'on émet un son devant l'appareil offrent au microscope des ondulations très marquées. Le vernis qui les présente est peut-être la partie essentielle du grammophone. Il résiste à l'action des agents chimiques les plus énergiques. En même temps il est si léger que le moindre contact suffit pour l'enlever. Nous ne saurions mieux le comparer qu'à la fleur si délicate qu'on observe sur certains fruits tels que les raisins ou les prunes M. Berliner l'a obtenu en dissolvant de la cire d'abeille dans la benzine : le liquide s'évapore et laisse sur le zinc une couche bien homogène et pour ainsi dire impalpable.

Ici l'inventeur du grammophone a eu à résoudre une difficulté imprévue : la poussière ambiante se déposait sur la plaque et sur le style et s'imprimait dans le vernis, ce qui faussait l'inscription des sons. A cet inconvénient M. Berliner a obvié de la façon suivante : pendant l'opération il recouvre son vernis d'une mince couche d'alcool que débite goutte à goutte un flacon situé au-dessus de l'appareil.

Le graphique obtenu, il restait à le creuser dans le zinc en procédant à la manière des aquafortistes. Mais il fallait recourir dans ce but à un agent nouveau, les acides dont se servent les graveurs donnant naissance à des dégagements de bulles gazeuses nuisibles à la netteté des tracés. M. Berliner a employé l'acide chromique et en a obtenu des résultats admirables. Il est arrivé à produire ainsi des planches qui représentent de véritables *phonogrammes* (fig. 3), remarquables par la réunion de ces deux propriétés jusqu'alors jugées incompatibles : finesse et solidité. Chacune de ces planches coûte à peu près trois francs. Quelques connaissances techniques étant nécessaires pour les préparer, M. Berliner entreprend d'instituer dans ce but des ateliers spéciaux.

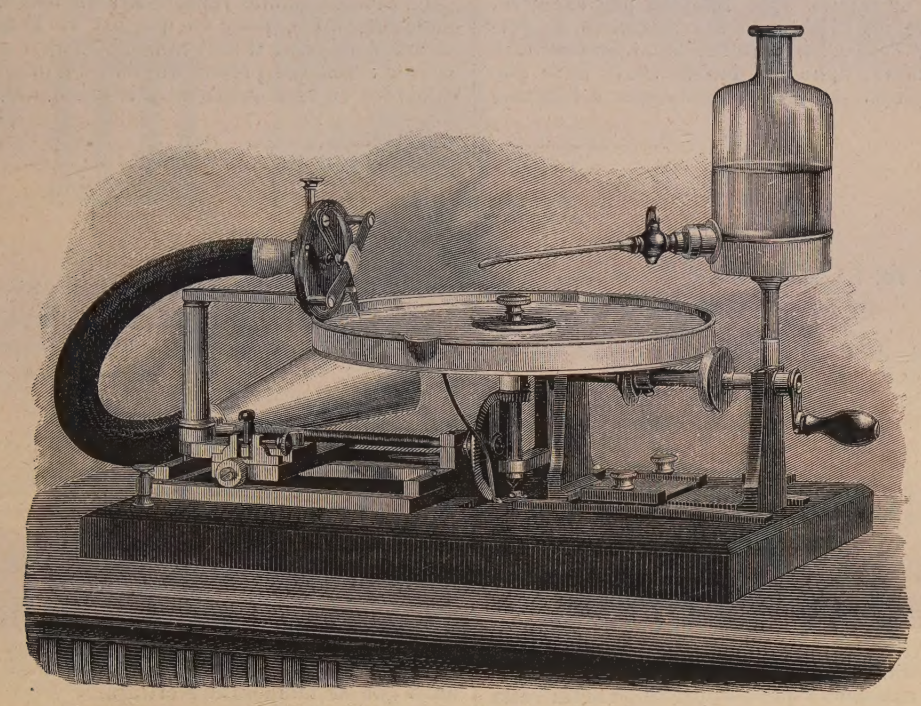


Fig. 2. — Appareil reproducteur des sons.

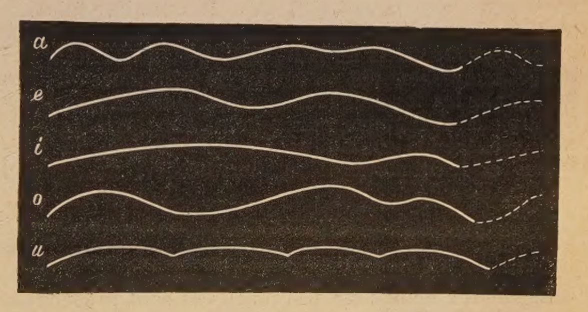


Fig. 3. — Phonogrammes des voyelles.

L'appareil reproducteur (fig. 2), tout à fait distinct du récepteur que nous venons de décrire, est fort simple, ce qui permet de le vendre à un prix peu élevé. Il revient à une centaine de francs. C'est en quelque sorte une boîte à musique. Il se compose : 1° d'un plateau circulaire et horizontal susceptible de rotation, sur lequel on dépose la planche; 2° d'un style et d'une membrane semblables à ceux du récepteur; 3° enfin d'un cornet acoustique destiné à renforcer les sons.

Pour les produire il suffit de placer la pointe du style à l'origine du tracé gravé dans la planche, et d'imprimer à celle-ci un rapide mouvement de rotation au moyen d'une manivelle ou d'un mécanisme d'horlogie. Le style suit la rainure, qui est ondulée, et son extrémité supérieure, agissant sur la membrane, la contraint de reproduire exactement les vibrations de la membrane réceptrice. Les vibrations se transmettent à l'air du cornet acoustique et produisent ainsi des sons identiques à ceux qui ont impressionné l'appareil récepteur, avec cette seule différence, intéressante à noter, que l'intensité des sons reproduits est très supérieure à celle des sons originaux. Elle remplit, par exemple, toute une salle de théâtre où des centaines de personnes peuvent l'entendre simultanément. Au contraire la voix du phonographe ne devient assez forte que lorsqu'on s'applique le cornet acoustique à l'oreille, procédé qu'on ne saurait employer dans le cas d'une nombreuse assemblée.

Chose plus importante encore, M. Berliner reproduit à l'infini ses phonogrammes par les procédés photomécaniques. Il peut aussi les agrandir par les mêmes procédés, amplifier de la sorte les rainures de la planche et renforcer d'autant les sons de son appareil. Rien enfin n'est plus facile que d'imprimer les planches, comme on fait maintenant pour l'eau-forte et la gravure au burin, d'expédier un nombre illimité d'épreuves à la clientèle et de les transformer en phonogrammes par la photogravure.

Le grammophone reproduit déjà très fidèlement la musique, mais, pour ce qui est de la parole, laisse encore à désirer. Il faut considérer qu'il n'est qu'à ses débuts : tout fait prévoir que dans un prochain avenir il atteindra un haut degré de perfection. G. Van Muyden.

NOUVELLES

SYNTHÈSES DE LA NÉPHÉLINE, L'AMPHIGÈNE ET LA SODALITE

M. C. Friedel, de l'Institut et M. G. Friedel, élève-ingénieur des mines, viennent de présenter à la Société chimique de Paris (25 avril 1890) un travail des plus intéressants sur la synthèse de trois silicates naturels : *néphéline*, *amphigène* et *sodalite*.

Les deux premiers de ces minéraux avaient déjà été reproduits par voie ignée. MM. C. et G. Friedel sont parvenus à les préparer par voie aqueuse, en soumettant le mica à l'action des alcalis et des silicates alcalins en présence de l'eau. Que l'on chauffe par exemple ce minéral à 500° avec une dissolution de potasse, il se forme des cristaux de *néphéline*, dont la formule, si longtemps douteuse, se trouve ainsi définitivement fixée : Na^2O, 2 SiO^2, Al^2O^3. Que l'on remplace la potasse par un silicate alcalin, ce sont de beaux cristaux d'*orthose* qui prendront naissance; que l'on prolonge enfin cette dernière expérience en ayant soin de diminuer la quantité de silicate alcalin, on obtiendra des cristaux quadratiques d'*amphigène :* 4 SiO^2, Al^2O^3, K^2O.

MM. C. et G. Friedel ont de plus constaté que l'attaque du mica par la soude est encore possible en présence du chlorure de sodium. Il se dépose alors une combinaison double de chlorure de sodium et d'un silicate d'alumine et de soude, bien cristallisée, qui n'est autre que la *sodalite*. C'est la première fois que ce minéral est reproduit par synthèse.

Ces reproductions de minéraux présentent un grand intérêt, non seulement en raison de la lumière qu'elles jettent sur les formules encore douteuses de certains d'entre eux, mais aussi par la grande analogie qui doit exister entre les conditions de ces réactions synthétiques et le mode de formation naturel d'un grand nombre de silicates.

L'ÉQUATION DES FLUIDES

Depuis longtemps les physiciens se sont préoccupés de rechercher la forme générale d'une fonction caractéristique pour les corps gazeux et liquides, reliant entre eux les trois éléments suivants : la pression (p), le volume (v) et la température ($T = 273° + t$). Parmi les diverses tentatives faites dans cette voie, on se rappelle qu'en 1885, M. Sarrau, de l'Institut, proposait l'équation suivante :

$$\left(p + \frac{K\varepsilon^{-T}}{(v+\beta)^2}\right)(v - \alpha) = RT,$$

où toutes les lettres autres que p, v, et T représentent des constantes. Une première vérification avait été basée sur les expériences de M. Amagat relatives à la compressibilité de l'acide carbonique.

M. Sarrau vient de faire connaître à l'Académie des Sciences une vérification bien plus remarquable encore. Les valeurs numériques des constantes relatives à l'azote ont été d'abord déterminées au moyen des données expérimentales les plus récentes de M. Amagat sur la compressibilité de ce gaz; ces données concernent des recherches exécutées entre 17° et 101°, sous des pressions comprises entre 750 et 3000^{atm}.

Les valeurs numériques des constantes relatives à l'azote étant ainsi fixées, M. Sarrau a pu calculer les variations de compressibilité aux basses pressions, ainsi que la température critique (— 142°) et la pression critique ($32^{atm},9$) de ce gaz. Ces résultats sont confirmés d'une manière remarquable autant par les mesures de Regnault sur la compressibilité, que par celles de Wroblewski et Olzewski relatives aux constantes critiques de l'azote : température critique = —145° à —146°, pression critique $33^{atm},6$ à $35^{atm},0$.

Une extrapolation dans des limites aussi étendues est sans précédent dans les sciences physiques et il faut en conclure avec l'éminent professeur de l'Ecole Polytechnique que ces résultats ne témoignent pas moins en faveur de la justesse des vues théoriques que de l'habileté des expérimentateurs.

Ph. A. Guye.

Erratum. — Dans l'article de M. Arm. Gautier, publié dans notre dernier numéro, page 227, note 1, au lieu de :

Le propylglycol est : C }H-OH | C H^2 | C H^3

lisez

Le propylalcool est : C }H-OH }OH | CH^2 | CH^3

Le Gérant : Octave Doin.

Paris.—Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.